山西大学
Shanxi University

2010 届硕士学位论文

隋唐时期音乐科技史料研究

作者姓名 李平平

指导教师 高 兴 教授

学科专业 音乐学

研究方向 中国音乐史

培养单位 音乐学院

学习年限 2007 年 9 月至 2010 年 6 月

二〇一〇年六月

山　西　大　学

2010 届硕士学位论文

隋唐时期音乐科技史料研究

作者姓名　李平平

指导教师　高　兴　　教授

学科专业　音乐学

研究方向　中国音乐史

培养单位　音乐学院

学习年限　2007 年 9 月——2010 年 6 月

二〇一〇年六月

Thesis for Master’ s degree, Shanxi University, 2010

Historical Materials of Music Technology in Sui and Tang

Student Name	Pingping Li
Supervisor	Pro. Gaoxing
Major	Musicology
Specialty	Music History of China
Department	Conservatory of Music
Research Duration	2007.09-2010.06

June, 2010

目 录

中文摘要......I

ABSTRACT......II

引言......1

第一章 隋唐时期音乐科技发展的社会基础......2

1.1 中国历史中的科学技术发展概况......2

1.2 音乐科技的内容及其研究领域......3

1.2.1 音乐声学......3

1.2.2 音乐数学......4

1.2.3 音乐力学......4

1.2.4 音乐自然科学思维......5

1.2.5 乐器工艺学......5

1.3 隋唐时期的科学技术及其对音乐艺术发展的影响......6

1.3.1 隋唐科技发展的社会背景......6

1.3.2 隋唐时期的科学技术成果......7

第二章 隋唐时期的音乐科技文献史料......11

2.1（唐魏徵等著）《隋书》中的音乐科技史料......11

2.2（唐杜佑著）《通典》的音乐科技史料......18

2.3 唐《乐书要录》中的音乐科技史料......21

2.4（唐段安节著）《乐府杂录》中的音乐科技史料......22

2.5《白氏长庆集》......22

2.6（唐段成式著）《酉阳杂俎》等中的音乐科技史料......24

第三章 隋唐时期音乐科技主要成果......34

3.1 乐器工艺学......34

3.1.1 材料的选择......34

3.12 材料加工工艺......35

3.2 音乐自然科学思维......35

3.3 音乐声学......36

3.3.1 乐器声学......36

3.3.2 歌唱声学......40

3.4 音乐数学......40
3.5 音乐力学......42
结语......43
参考文献......45
附录......46
攻读学位期间取得的研究成果......47
致谢......48
个人简况及联系方式......49
承诺书......50
学位论文使用授权声明......51

Contents

Chinese Abstract I

Abstract II

Introduction 1

Chapter 1 Sui and Tang Dynasties the social basis for the development of music technology 2

1.1 Overview of History of Science and Technology of China 2

1.2 Music Technology content and research areas 3

1.2.1 Music Acoustics 3

1.2.2 Music Mathematics 4

1.2.3 Music mechanics 4

1.2.4 Music Natural Thinking 5

1.2.5 Musical Instruments technology 5

1.3 Sui science and technology and its impact on music and arts development 6

1.3.1 The social background of she Sui and Tang Technological Development 6

1.3.2 Science and technology achievements in Sui and Tang 7

Chapter 2 Music Technology historical documents in Sui andTang 11

2.1 Music Technology Materials in 《Sui Shu》 11

2.2 Music Technology Materials in 《Tong Dian》 18

2.3 Music Technology Materials in 《Yue Shu Yao Lu》 21

2.4 Music Technology Materials in 《You Yang Za Zu》 22

2.5 Music Technology Materials in 《Bai Shi Chang Qing JI》 22

2.6 Music Technology Materials in 《You Yang Za Zu》 and other historical writings 24

Chapter 3 Music Technology major achievements during the Sui and Tang 34

3.1 Music Instrument technology 34

3.1.1 Material Selection 34

3.1.2 Materials Processing Technology 35

3.2 Music Natural Thinking 35

3.3 Musical Acoustics 36

3.3.1 Musical Instruments Acoustics......36
3.3.2 Singing Acoustic 40
3.4Music Math 40
3.5Music mechanics 42
Conclusion......44
References 46
Appendix 47
Research achievements 48
Thanks 49
Personal profiles and contact information 50
Undertaking 51
Thesis Statement License 52

中 文 摘 要

中国古代科学技术史，是整个人类文化史的一部分，为整个人类文明的发展做出了贡献，而音乐艺术作为古代文化、文明的一部分，兼有人文学科和社会学科的双重属性。对自然科学理论与技术在音乐中的应用即音乐科技进行研究，可以使对音乐艺术的研究更加系统化、充实化。本文主要以隋唐时期古代文献中收集到的音乐科技史料为研究对象，综合运用文献学、考古学等多种研究方法，将对科技和音乐的发展二者之间的关系作更为深入的分析和论证。

在中国古代科学技术发展的历史上，曾出现过许多辉煌的成就。而隋唐作为封建盛世时期，其科学技术的发展也进入了一个新的阶段，并为宋元时期我国古代科学技术的高度发展奠定了基础。本文分三个部分对隋唐时期科学技术的发展、隋唐文献中的音乐科技史料及隋唐时期的主要音乐科技成果作了一定的梳理和论证。第一部分是本文的基础部分，主要对中国历史中的科学技术发展概况，音乐科技的内容及研究领域，以及隋唐音乐科技对音乐艺术发展产生的影响进行概述。第二部分是支撑部分，对各类古典文献中关于隋唐音乐科技的文献资料进行分类整理，为第三部分的论证做了准备。第三部分对隋唐音乐科技成果从音乐数学、音乐声学、音乐力学、音乐自然科学思维、乐器工艺等方面结合文献做了进一步的归纳论证分析。结语部分对前三个部分进行总结升华，进一步挖掘了隋唐音乐史料研究的意义和音乐艺术与科技的关系。

关键词：隋唐时期；音乐科技；音乐史料

ABSTRACT

History of ancient Chinese science and technology is part of the whole human cultural history, the development of human civilization as a whole has contributed to the music of ancient civilization and culture as part of both the humanities and social sciences of the double property. Theories of natural science and technology in the music of the music technology research, research on the music of a more systematic and substantial technology, this thesis is to Sui and Tang dynasties of ancient cultures were collected historical data to study music technology, integrated literature, archeology and other research methods, technology and music will be the development of the relationship between these for a more in-depth analysis and demonstration.

In ancient China the history of science and technology development, there have been many achievements. The Golden Age of Tang, as the feudal period, the science and technology has also entered to a new phase for the Song and Yuan Dynasties of ancient China high development of science and technology foundation. This article in three parts on the development of science and technology, Sui, Tang historical literature and music technology major music during the Sui and Tang made some sort scientific and technological achievements and demonstration. The first part is a fundamental part of this article, mainly about the history of science and technology profiles, music, technology, content and research, and Tang's technology to the development of music art overview of the impact. The second part is the support of some of the various kinds of classical literature, music and technology on the Tang classified the literature, for the third part of the argument made ready. The third part of the scientific and technological achievements of the Sui and Tang's math from music, musical acoustics, music, mechanics, music, Natural thinking, musical instrument made with literature so that further analysis of inductive argument. Conclusion part of the sum of the sublimation of the first three parts, and further excavation of the historical data of the Sui and Tang's meaning and the relationship between music and technology.

Keywords: Music Technology Musical Materials in the Sui and Tang Dynasties

引 言

音乐史作为历史的一个分支学科，在其几千年的发展历程中，我们可以看到，促进中国音乐史发展的诸多因素，如经济基础、政治基础、哲学思想、音乐制度、音乐观念、音乐自身的文化积淀、音乐之间的交流、艺术保护者的作用及艺术恩主开放的胸襟和自信等。这些因素都在一定程度上推动并影响着音乐史的发展。但有一个对中国音乐史发展起着至关重要的因素却被古今的研究者所忽视，那便是科学技术的发展对音乐艺术发展的推动作用。

中国作为四大文明古国之一，在其历史发展的长河中，科学技术的发展扮演着至关重要、不可或缺的作用。科学技术的发展推动了社会的发展，同时也推动了音乐艺术的发展。而音乐艺术中又包含着人文科学的因素和自然科学的因素两部分，这两部分对音乐艺术的发展都起着举足轻重的作用。其中，自然科学的理论和技术在音乐艺术中的运用，我们称之为音乐科技。这是音乐艺术研究中的一个新的学术领域，也是本文研究的理论基础。

音乐科技研究的主要内容主要包括音乐的自然科学思维、音乐声学（音响共鸣、律制、和弦）、音乐数学、音乐力学（乐器中弦的张力、演奏中弹弦的力度等）、乐器制造工艺等等。在古代，音乐科技有关资料的记载保留在古代遗留下来的经典文献和考古文物之中。本文着重从经典文献资料中探讨隋唐时期我国音乐科技的发展状况与主要成果，来说明音乐科技对当时音乐艺术发展的推动作用。

6

第一章　隋唐时期音乐科技发展的社会基础

1.1 中国历史中的科学技术发展概况

音乐科技作为中国科学技术的组成部分之一，我们在介绍音乐科技之前，有必要对中国历史中科学技术的发展概况做一个简要的介绍。

我们知道，在中国古代科学技术发展的历史上，取得了辉煌的成就，也出现了许多杰出的人物。对整个人类文明的发展做出了应有的贡献，也使我们中华民族可以自豪并立于世界民族之林。研究中国科学技术发展的历史和规律，对于今天的科学技术，可以起到借鉴和温故知新的作用。

我们今天称科学技术是第一生产力。在古代，科学技术依然是生产力发展中最活跃的因素，同时也是人类文明的重要标志。科学就是指人们所获取的关于自然、社会以及思维的知识体系；技术就是指人们为更能有效的实现其目的而采取的方法及体系。我国古代科学技术史大约经历了四个阶段、两个高峰[①]：

第一阶段是春秋战国以前即先秦时期，这个时期是中国古代科技的产生期，到春秋战国时，出现了我国古代科学技术的第一个高峰。其主要成就为以下四个方面：㈠青铜文化发展到了更高水平，产生了生铁冶铸技术。㈡四分系统历法的确立。㈢以《素问》为代表的中医基本理论的形成。㈣以《墨经》、《管子》等著作所表现的理论科学的萌芽。

第二阶段是秦汉至南北朝时期，这个时期是中国古代科学技术的发展期。其主要成就为炼丹术带来的化学知识的增加、数学取得的巨大成就及地理学的发展等。

第三阶段是自隋唐至元末时期，这个时期是中国古代科学技术发展的延展期，发展速度较之前明显缓慢。其主要表现在以下两个方面：㈠科学技术的发展慢慢转变为以技术发展为主体，科学的成就明显减少。㈡科学技术发展表现为科技成就量的缓慢增加，很少再有质的突破。

第四阶段是明清时期，这个时期是西洋科学技术的传入期。中国科学技术中历算受到了西洋科技的较大影响，除了吸收三角、对数等西洋新法外，同时还注重对义理的研究。此外，地理学、测量、机械等不同程度地受到了西洋科学技术的影响。

隋唐是中国历史发展的高峰时期。隋唐文化的发展繁荣，离不开南北中外文化的交流，也离不开各个民族之间文化上的吸收、借鉴和融合。科技作为文化的组成部分，自然也离不开文化之间的交流、吸收、借鉴和融合。而音乐科技作为中国科

[①]刘洪涛. 中国古代科技史. 天津, 南开大学出版社, 1991.

技的组成部分之一，自然也在这场交流融合的盛宴之中，获益颇多。中国作为四大文明古国之一，其科技曾在世界上长期居于领先地位，包括隋唐时期科学技术成就在内的中国古代科学技术，对人类文明和科技的发展做出了巨大的贡献。它在推动社会不断进步的同时，也带动了音乐的发展。

1.2 音乐科技的内容及其研究领域

音乐艺术作为人类文化文明的一部分，其中包含着都可促进音乐艺术向前发展的人文科学和自然科学的双重因素。而音乐科技，从其名称来看，是一门音乐艺术与自然科学交叉的边缘性学科，所以它既应是音乐艺术的研究领域，同时也应是科学技术研究的重要课题。自然对于音乐科技我们应该这样给它下定义了：我们把自然科学的理论，如科学思想史的相关理论、数学的相关理论、物理学的相关理论等应用到音乐艺术中即为音乐科技。这样，音乐科技的研究领域也就主要表现为：音乐声学、音乐数学、音乐力学、音乐科学思维、乐器工艺学等。

1.2.1 音乐声学

音乐声学即是把自然科学中物理声学的理论和技术应用到音乐艺术中去。韩宝强在《音的历程—现代音乐声学导论》中指出“音乐声学”旧称为“音乐音响学”，是音乐与声学两门学科相互交叉的边缘学科[①]。音乐声学主要包括了乐器声学、歌唱声学等方面的内容。 而北宋时期沈括在《梦溪笔谈》卷六《乐律二》中首次提到了“声学”一词，该卷在谈到琴弦的泛音共振时说：“此乃声学至要妙处也。今人不知此理，故不能天地至和之声。”由此可见“声学”与音乐有着历史的渊源关系。

其实音乐中的声音同其他声音一样，其产生都离不开产生它的物理基础，如物体的振动、共振、介质、声波等。关于膜、管、弦、板、壳这五类不同振动体的乐器早在我国西周时期就有了记载。而在春秋战国时期的工艺百科全书《考工记》里既记录了当时盛行的钟、鼓等乐器的制作技术，而且也明确地记述了影响壳振动的诸多因素，如“薄厚之所振动，清浊之所由出” ，再如，影响钟的因素，“钟大而声短，发声急促，容易衰减；钟小而长，发声舒缓，钟声悠扬长久”，都直接的指出了钟（或壳）的厚薄、大小及其形状均与钟（或壳）的音调有直接的关系，表明古人已经初步掌握了壳体振动的规律。

下面谈谈琴瑟等弦乐器，如古琴在古代是尤为文人士大夫所钟爱的，《礼记·曲礼下》就有“士无故不撤琴瑟”的记载。我国古代弦乐器的种类繁多，有古琴、琵琶、

[①]韩宝强．音的历程—现代音乐声学导论．北京，中国文联出版社，2003，序1

箜篌、瑟、筝等。每种乐器中又包括有很多形制，如在古琴方面有仲尼式、连珠式、神龙式、伏羲式、蕉叶式、列子式等多种琴式。随着考古学、图像学、表型学、历史学等多种研究方法的交叉发展，使我们从现存的文献和出土文物中看到了 古人对振动有了一定探索和认识。如蔡邕在《月令章句》所述："前其柱则清，却其柱则浊"。还有《宋史·乐志》中关于"丝有弦柱缓急不齐"等的记载都可看出对振动的深层认识。

下面再谈谈共振，"共振"现象是由于"系统受外界激励，作强迫振动时，若外界激励的频率接近于系统频率时，强迫振动的振幅可能达到非常大的值，这种现象叫共振。"[①]由共振现象必然会导致声音的变化，即我们所说的"共鸣"，在我们的生活中，共振现象随处可见。正是由于共振现象的存在，才使得原本弱小的声音变的洪大。而我国古代的先民们也早已认识到了共振的现象，如利用共振解决乐器调音的问题，后来又将共振现象运用在建筑中，以扩大声响。在歌唱声学中，古代的先民们还掌握了气息的运用技巧。如从唐代段安节在《乐府杂录》中所说："善歌者必先调其气，氤氲自脐间出，至喉乃噫其词，而分抗坠之音，即得其术，即可致遏云响鼓之妙也。"便可知。关于这一重要成果在后文中将做详细的阐述。

1.2.2 音乐数学

将数学的数理逻辑应用在音乐艺术中即为音乐数学。音乐数学也是音乐与声学两门学科相互交叉的边缘学科。从古代起，音乐便和数学紧密的联系在了一起。

律学从最开始所追求严密的数据本生就是对数学的一种体现。所以，"律学"就是从发声体的振动规律出发来研究乐音的数理关系的科学。数学在音乐上的运用古已有之，如我国古代的先民们很早便采用数学运算方法来精确计算音高数值。在《管子·地员篇》中第一次有了把数学计算方法应用于音乐中的记载，该著作详细记述了五音与律数的比例，并且总结了五音之间音程的内在关系，第一次揭示了音乐律学中数学的计算规律。在以后长达几千年的乐律计算中仍然以三分损益的方法为主，南北朝时期的钱乐之又将前人的成果推算到了三百六十律。唐代万宝常在此基础上又化繁为简得出了一百四十四律，祖孝孙又进一步简化，创造了能旋宫转调的十二律，从而奠定了从隋至宋近 400 年的乐律学基础。这一重大成果，后文也将详细提及。这些都充分说明了音乐与数学之间的密切关系，正是数学的发展使得律学进一步精确、完善，发挥了它在音乐中应有的作用。从而为音乐数学的研究提供了依据。

1.2.3 音乐力学

[①]http://baike.baidu.com/view/74730.htm?fr=ala0_1_1.

音乐力学也是音乐和力学这两门学科相互交叉的边缘学科，是将物理学中力学理论与技术运用到音乐艺术中去。关于乐器的制造及演奏技术则主要体现了这一点。中国古代的力学，经验和工艺总结要比推理和数学归纳多。[①]

力学中谈到的重力和平衡在音乐领域中则主要体现在金石类乐器的穿孔位置及悬挂方式上。如《考工记》中对于我国特有乐器磬的形状和规范作了详细记述。从近些年来各地出土的古乐器，尤其是磬来看，古代的先民们对穿孔的位置有了较准确的定位，他们把孔德位置设置于顶点与重心连线的旁边。由此可知古人已经知道如何设置找寻磬的重心。

古人在材料力学知识上也有所涉及，但没有深层的认识，而并未形成系统的理论。[②]唐代对于声音的产生及其声调高低所产生的力学机制有了一定的猜测。这种猜测在只能过过古代史中是难能可贵的。因为当时并无频率的概念。总之，我们的先民们早已意识到了力学对音乐事象的影响，并对其有了一定的运用。力学在音乐上的运用有力地促进了音乐艺术的发展。

1.2.4 音乐自然科学思维

音乐自然科学思维是自然科学思维的方法及其理论对音乐艺术的所产生的影响。而科学思想是科学产生及其发展的思想依据和思想方法，同时包括科学成果所蕴含的思想精粹。[③]音乐自然科学思维上，隋唐时期人们用阴阳五行，“气”的物质观来解释音乐理论。用阴阳二气来解释音乐，在我国古代早已有之，在隋唐时这种朴素的唯物思想还很盛行。唐代思想家也习惯用五行阴阳学说解释自然现象。而且把这一思想也用在了音乐中。

由此可见，古人们用阴阳五行等观念去解释音乐现象，充分说明了中国古代所形成的音乐文化与古人们的自然科学观是有着内在联系的。

1.2.5 乐器工艺学

谈到工艺自然我们会想到科学技术，科学技术的含量越高，乐器工艺自然也越精湛。而乐器的工艺制造必然会影响到乐器的音质、音色等。因此乐器工艺学是一门对科学技术含量要求很高的学科，其发展与科学技术的发展也紧密的联系在一起。首先从材料的选择方面来谈，科学的选材对乐器制造起着至关重要的作用。如历来受到中国古代文人雅士喜好的传统乐器——古琴，它各个部分的材料选择都有其特殊的要求，宋赵希鹄在其《洞天清录集》中详细的记述了琴的选材与其

①戴念祖 老亮.中国物理学史大系·力学史.长沙，湖南教育出版社,2000，前言 1
②戴念祖. 中国物理学史大系·声学史. 长沙，湖南教育出版社,2000, 348
③陈玲. 中国古代科技鼎盛时期的前朝积淀. 自然辨证法通讯, 2008,1 p81

发声的关系，“桐木不宜太松”、“宜择坚实而纹理条条如丝线密达而不邪曲者”等。同理，其他乐器亦是如此，我们知道，乐器是音乐表演的重要的物质凭借，而乐器的发展离不开科学技术的发展。因此，对于乐器工艺学的研究自然成为今天推动音乐艺术发展所不可或缺的一个研究领域。

1.3 隋唐时期的科学技术及其对音乐艺术发展的影响

公元 581 年，杨坚建立了隋朝。公元 589 年，隋灭陈，统一了全国。隋朝虽然仅有短暂的 38 年，但在历史上却发挥了不可忽视的作用，比如隋文帝创立的一些制度，都为唐代所延用。隋之后的唐朝，可以说是我国封建社会的鼎盛时期。总之，隋唐两代是在我国古代深厚的经济基础上建立起来的，因此，这两个朝代在经济、政治、科技、文化等方面都取得了很大的成就，其繁荣程度大大超过了两汉。

1.3.1 隋唐科技发展的社会背景

毋庸置疑，中国古代的科学技术一直遥遥领先于世界，著名的科学史学家李约瑟在其著作《中国科学技术史》中说道：“中国的这些发明和发现往往远远超过同时代的欧洲，特别是在十五世纪之前更是如此。[①]”唐朝为了战后休养生息，巩固封建政权，在政治经济等方面施行了一系列改革。唐朝很重视法制建设，曾建立了一套比较完善的法律制度来维护统治。制度中关于土地、户口、手工业等的规定，对于唐朝经济和科技的发展起了重要的作用。

农业是封建经济的根本，唐朝前期经济的繁荣，就主要表现在农业的发展上。在农业生产发展的基础上，手工业也获得了进一步的发展。唐政府设立了专门的手工业管理机构，并且制定了较为完整的制度。这些制度使得传统的纺织、矿冶、陶瓷、造纸等手工业技术都达到新的水平。如唐代的铜镜、金银器皿精致美观，闻名于世。唐三彩的问世，为我国陶瓷史的发展增添了亮丽的色彩。造船和制盐等手工业也都有了很大发展。

农业和手工业的发展必然带来商业的繁荣。出现了长安、洛阳等重要的商业城市。沿海的一些外贸港口也迅速发展起来，与各国的交往贸易日益频繁。丝绸之路的贸易也日趋发达。交通贸易的发展，对于国内外经济、文化、科技的交流与发展起了重要的作用。隋唐时期，汉族和各民族的关系更加密切，唐太宗用开放的胸襟和平等而没有歧视的政策来对待各兄弟民族，促进了各兄弟民族和汉族之间在经济文化和科学技术方面的交流。隋朝采取的科举取士的政策以及建立的较为完整教育

[①]李约瑟 .中国科学技术史·.第一卷·导论.上海, 科学出版社, 上海古籍出版社,1990, 138

制度，到了唐代，唐代的统治者进一步使科举制度和教育制度获得了发展。虽然科举制度存在着诸多的不足和缺陷，但却对当时社会的政治、科技等产生了深远的影响。尤其是唐代雕版印刷术的发明，更进一步促进了汉族和各个兄弟民族之间科学技术的交流和发展。

总之，在隋唐这个封建鼎盛时期，科学技术进入了新的发展阶段，并为我国古代宋元时期科学技术的高度发展打下了坚实的基础。

1.3.2 隋唐时期的科学技术成果

1.农业

隋唐时期所实行的土地政策，减轻徭役、鼓励垦殖等措施在一定程度上调动了农民生产的积极性，促进了农业经济的空前发展，奠定了封建社会盛世的物质基础。农业生产技术的进步和水利的新修，使得南方农业生产技术也有了进步。整地技术有了很大的提高，犁作为耕地的主要工具，在唐代已经相当完备。江东犁的出现，标志着我国古代耕地用的铁农具的成熟定型。此外，还出现了新的整地工具——铁鎝。隋唐时期南北同时大举新修水利工程使之达到全面发展的兴盛时期。与此同时，唐政府还加强了对农田水利的管理。唐朝中央尚属省下设立了水部郎中和员外郎，又设了都水监，管理河渠的修理和灌溉。唐朝还制定了关于农田水利的法律《水部式》。在唐代，水车也得到了推广。隋唐时期，出现了农学方面的系统专著，周思茂等著的《兆人本业》，对当时农业发展有着重要的作用。

2.数学

为了适应农业和工商业的发展，城市建筑以及天文学发展的需要，隋唐两代的数学取得了巨大的成就，也为宋元时期数学的发展奠定了基础。初唐时期，王孝通编撰了《辑古算经》，该书主要介绍了开带从立方法，这是我国现存的最早的开带从立方算书。为了满足数学教育的需要，唐高宗命令李纯风、梁述、王真如等注释了《周髀算经》、《九章算术》等十部算经。公元 600 年，隋朝的天文学家刘焯在制定皇极历时，创立了推算日月五行运行度数的等间距二次内插方法。为了提高精确度，唐代著名的天文学家一行在大衍历中创立了不等间距的二次内插方法。

3.天文学

隋唐时期，天文学取得了重要的成果。隋朝刘孝通、刘焯等人力主使用定朔法等，到了唐代，我国正式颁布并采用定朔法。麟德历的出现，使得定朔代替了平朔，自此，定朔一直被沿用在了后世历法中。随着天文仪器的改进，隋唐时期历法中采用的若干天文常数的精度有了很大的提高。古人在五星会合周期的数值、交食周期

的数值等方面达到的非常精确的程度，这反应了隋唐时期历法高度发展的水平。

4.工业

在技术方面，炼炉和鼓风技术都有所进步，灌钢法得到了普及和推广。在铸造开元通宝时，已使用了石蜡法。在这时，大型铸件的铸造业非常突出，隋代的澄空铸成了高达七十尺的铸铁佛像。唐代的金银器饰加工精巧，说明当时的切削、抛光、焊接等工艺技术达到了较高的水平。唐代所使用的“吹灰法”提高了银的纯度和回收率，是古代比较先进的炼银方法。

唐代纺织品的产量和花色品种都有所增长，唐代的丝织品以绫、锦最为重要，在印花工艺上也取得了比较突出的成就，主要有绞缬、夹缬、蜡缬和介质印花等。介质印花时唐代在印染技术上最为重要的成就，它为人们提供了更加丰富多彩的织物。

雕版印刷术作为人类文明史上划时代的发明，它发明的确切时间虽然无法确知，但人们认为与隋唐繁荣的经济文化相适应，在隋唐时就问世了。因为我国早已具备了印刷术发明所需要的纸、笔、墨、刻印的工艺技术、反文印刷原理等。我国汉代就已发明纸，到三国两晋、南北朝时期，其质量和产量都达到了相当高的水平。而笔墨在先秦时已经使用，到魏晋时已经相当精妙。而东汉时发明的松烟墨是印刷的上好着色原料，印刷字迹清晰整齐。而金属活字印刷所要求的技术较高，因而其发展受到一定的限制。而我国的刻字技术，历史也很是悠久。如殷商时代的甲骨文，先秦就出现的印玺，秦汉的刻石等都是很有说服力的证明。还有，我们在丝织品上的镂板印花技术等都对我们的印刷给了一定的启示。正是有了这些充分的物质基础作为前提，被人们誉为“文明之母”的印刷术适应时代、人们的需求而产生了。早期的印刷术主要用在宗教活动，刻印诗集、教学用书及历法、医药等可选技术书籍的印刷上。雕版印刷术自从发明之后，就被不断的向前发展和推广使用，并且成为一种新兴的非常重要的手工业部门，从而对人们的经济、文化和科技产生更大更重要的作用。

我国的造纸技术自汉代以来，在不断的发展与进步，到魏晋南北朝时期，纸已经代替了帛、简等类，被普遍应用在书写材料中。在造纸工艺技术方面，三国两晋南北朝时期，所使用的纸张已经有了一定的规模，而且采用了效率较高的帘床设备捞纸。在《齐民要术》中专门记载了“染潢及治书法”一条，说明为防止纸张虫蛀以及染色的“潢治”法已经有之。自隋唐，我国的造纸手工业已经遍及全国，而印刷术的发明也必然会促进造纸业的进一步发展。新的造纸原料如竹、檀皮、麦秸等也不

断被使用。而主要还是用麻纸，而麻纸的种类和产量却已很多。中晚唐时出现了竹纸，竹纸的出现却是我国造纸技术已经相当精熟的重要标志。宣纸作为书法绘画的名贵用纸，唐朝时在安徽宣州一带以“玉版宣”之名问世，而且还被列为贡品。几经改进仍为现世所用。唐朝时在造纸时加胶、涂粉、洒金等加工技术都有了一定程度的提高，纸的品种也更多，还出现了以花鸟禽兽为图案的水文纸，由以上可见，我国的造纸技术在不断革新和发展，为我国古代的科技史添上了浓重而绚丽的一笔！

5.医学

由于隋唐统治者对医药的重视，使得隋唐时期医药机构趋于完备，其规模之大，为当时世界所罕见。这个时期，人们不仅在临床实践中取得了进步，而且还出现了我国最早由国家颁布的药典——《新修本草》；同时，临症医学方面也出现了不少著作，如隋代的《四海类聚方》、唐代孙思邈的《千金方》等。外壳治疗也取得了较大的发展，有些甚至一直沿用到现在。汉族民族和各个兄弟民族共同推动了隋唐医学的发展。

6.运河

隋代开凿的通济渠、永济渠等，成为了水利史上最为宏大的工程之一，他打通了南北交通的大动脉，不仅促进了我国南北经济文化的交流，也促进了南北科学技术的交流和发展。唐代对漕运的高度重视，进一步促进和保证了经济文化和科技等方面的交流和发展，对唐朝达到封建社会的鼎盛起到了不可或缺的作用。

7.炼丹术和化学

唐朝统治者盲目追求长生不老，催生了炼丹术的盛行和发展。炼丹术在唐代取得了较为显著的成就，首先是用药由数十斤逐渐向定量化发展；其次是对炼丹过程中火候的掌握了较大的进步，从而避免了一些诸如失火事故等的发生；再就是炼丹设备的改进和归各种矿物产地和性质的重视。炼丹术的发展促进了医学的发展，炼丹术中的很多化学药物，被广泛的运用在了医学之中；炼丹术也直接促进了化学的进步，对后世影响很大，如在炼丹过程中出现的黑火药，就是后来火药的滥觞。

由此可见，隋唐时期科学技术在各个发面都有显著的发展和进步，这些都直接或间接的影响和促进了音乐艺术的发展。其主要表现在，天文学及其天文仪器的改良和发明使古人对星空有了更加理性的认识，为更科学的划分节气提供了条件。在探索天文方面的过程中出现的如“阴阳五行观”“气论”等朴素的唯物主义思想直接导致了音乐中科学思维的出现。数学的进步促进了当时律学计算方法向更精确的方向演进，对乐器的测量方面也更加的精准。工业技术取得的成就对乐器制造的影响也有

着重要的作用，冶金技术和工艺的改进和发展，为乐器的改进提供了可能。雕版印刷术的发明促进了各个科学技术诸多方面的交流和发展，其中也包括音乐科技。

第二章　隋唐时期的音乐科技文献史料

对隋唐时期音乐科技史料的研究，主要采用文献研究方法，所以首先要从文献史料中广泛的收集和发掘音乐科技史料，进而，透过这些史料去发掘蕴含在音乐中的科技因素和成果，也可进一步说明科技对音乐发展的重要影响。同时这也是对透过现象认识本质的科学方法的一种具体应用。所以这一章是下一章研究成果的理论基础。隋唐时期的音乐科技史料主要集中在以下多本著作中，本着清晰的记录和整理史料的原则，本文将把每条史料进行四位数编号，前两位代表书目的编号，后两位代表本条史料在本文中的序列号。前两位的书目编号顺序为：《隋书》【01】、《通典》【02】、《乐书要录》【03】、《乐府杂录》【04】、《白氏长庆集》【05】、《酉阳杂俎》【06】、《羯鼓录》《【07】、《唐六典》【08】、《琴诀》【09】、《刘宾客嘉话录》【10】、《旧唐书》【11】、《新唐书》【12】、《梦溪笔谈》【13】、《太平广记》【14】、《唐语林》【15】。对隋唐时期音乐科技文献史料的分类整理情况，详见附录。

2.1（唐魏徵等著）《隋书》中的音乐科技史料[①]

【0101】

宫悬簨虡，金五博山，饰以旒苏树羽。其乐器应漆者，天地之神皆朱，宗庙加五色漆画。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0102】

天神悬内加雷鼓，地祇加灵鼓，宗庙加路鼓，登歌，钟一虡，磬一虡，各一人；歌四人，兼琴瑟；箫、笙、竽、横笛、篪、埙各一人。其漆画及博山旒苏树羽，与宫悬同。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0103】

皇帝宫悬及登歌，与前同。应漆者皆五色漆画。悬内不设鼓。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0104】

皇太子轩悬，去南面，设三镈钟于辰丑申。三建鼓亦如之。其登歌，去兼歌者，减二人。其簨虡金三博山。乐器漆者，皆朱漆之。其余与宫悬同。

（卷十四·志第九·音乐中）

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

【0105】

皇太子铙及节鼓，朱漆画，饰以羽葆。余鼓吹并朱漆。大鼓、小鼓无金镯。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0106】

开皇二年，齐黄门侍郎颜之推上言："礼崩乐坏，其来自久。今太常雅乐，并用胡声，请冯梁国旧事，考寻古典。"高祖不从，曰："梁乐亡国之音，奈何遣我用邪？"是时尚因周乐，命工人齐树提检校乐府，改换声律，益不能通。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0107】

俄而柱国、沛公郑译奏上，请更修正。于是诏太常卿牛弘、国子祭酒辛彦之、国子博士何妥等议正乐。然沦谬既久，音律多乖，积年议不定。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0108】

又诏求知音之士，集尚书，参定音乐。译云："考寻乐府钟石律吕，皆有宫、商、角、徵、羽、变宫、变徵之名。七声之内，三声乖应，每恒求访，终莫能通。"

（卷十四·志第九·音乐中）

【0109】

然其就此七调，又有五旦之名，旦作七调。以华言译之，旦者则谓均也。其声亦应黄钟、太簇、林钟、南吕、姑洗五均，已外七律，更无调声。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0110】

译遂因其所捻琵琶弦柱相饮为均，推演其声，更立七均。合成十二，以应十二律。律有七音，音立一调，故成七调十二律，合八十四调，旋转相交，尽皆和合。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0111】

仍以其声考校太乐所奏，林钟之宫，应用林钟为宫，乃用黄钟为宫；应用南吕为商，乃用太簇为商；应用应钟为角，乃取姑洗为角。故林钟一宫七声，三声并戾。其十一宫七十七音，例皆乖越，莫有通者，又以编悬有八，因作八音之乐。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0112】

周有七音之律，《汉书·律历志》，天地人及四时，谓之七始。黄钟为天始，林钟

为地始，太簇为人始，是为三始。姑洗为春，蕤宾为夏，南吕为秋，应钟为冬，是为四时。四时三始，是以为七。今若不以二变为调曲，则是冬夏声阙，四时不备。是故每宫须立七调。"案今乐府黄钟，乃以林钟为调首，失君臣之义，清乐黄钟宫，以小吕为变徵，乖相生之道。今请雅乐黄钟宫以黄钟为调首，清乐去小吕，还用蕤宾为变徵。"

（卷十四·志第九·音乐中）

【0113】

夔又与译议，欲累黍立分，正定律吕。时以音律久不通，译、夔等一朝能为之，以为乐声可定。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0114】

经文虽道旋相为宫，恐是直言其理，亦不通随月用调，是以古来不取。若依郑玄及司马彪，须用六十律方得和韵。今译唯取黄钟之正宫，兼得七始之妙义。非止金石谐韵，亦乃簨虡不繁，可以享百神，可以合万舞矣。"而又非其七调之义，曰："近代书记所载，缦乐鼓琴吹笛之人，多云三调。三调之声，其来久矣。请存三调而已。

（卷十四·志第九·音乐中）

【0115】

牛弘遂因郑译之旧，又请依古五声六律，旋相为宫。雅乐每宫但一调，唯迎气奏五调，谓之五音。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0116】

还相为宫者，十一月以黄钟为宫，十二月以大吕为宫，正月以太簇为宫。馀月放此。凡十二管，各备五声，合六十声。五声成一调，故十二调。"

（卷十五·志第十·音乐下）

【0117】

既以七同其数，而以律和其声，于是有七律。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0118】

其乐器应漆者，天地之神皆朱漆，宗庙及殿庭则五色漆画。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0119】

今官雅乐独有黄钟，而食举乐但有太簇，皆不应月律，恐伤气类。可作十二月均，各应其月气。公卿朝会，得闻月律，乃能感天，和气宜应。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0120】

今明诏复下，臣防以为可须上天之明时，因岁首之嘉月，发太簇之律，奏雅颂之音，以迎和气。"其条贯甚具，遂独施行。起于十月，为迎气之乐矣。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0121】

故隋代雅乐，唯奏黄钟一宫，郊庙飨用一调，迎气用五调。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0122】

黄钟所以宣六气也，耀魄天神，最为尊极，故奏黄钟以祀之。奏太簇，歌应钟，以祭方泽。太簇所以赞阳出滞，昆仑厚载之重，故奏太簇以祀之。奏姑洗，歌南吕，以祀五郊、神州。姑洗所以涤洁百物，五郊神州，天地之次，故奏姑洗以祀之。奏蕤宾，歌函钟，以祭宗庙。蕤宾所以安静神人，祖宗有国之本，故奏蕤宾以祀之。奏夷则，歌小吕，以祭社稷、先农。夷则所以咏歌九谷，贵在秋成，故奏夷则以祀之。奏无射，歌夹钟，以祭巡狩方岳。无射所以示人轨物，观风望秩，故奏无射以祀之。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0123】

故鲍邺上言，天子食饮，必顺四时，有食举乐，所以顺天地，养神明，可作十二月均，感天和气。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0124】

青帝歌辞，奏角音： 震宫初动，木德惟仁。龙精戒旦，鸟历司春。阳光煦物，温风先导。严处载惊，膏田已冒。牺牲丰洁，金石和声。怀柔备礼，明德惟馨。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0125】

赤帝歌辞，奏徵音：长赢开序，炎上为德。执礼司萌，持衡御国。重离得位，芒种在时。含樱荐实，木权垂蕤。庆赏既行，高明可处。顺时立祭，事昭福举。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0126】

黄帝歌辞，奏宫音：爰稼作土，顺位称坤。孕金成德，履艮为尊。黄本内色，宫实声始。万物资生，四时咸纪。灵坛汎扫，盛乐高张。威仪孔备，福履无疆。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0127】

白帝歌辞，奏商音：西成肇节，盛德在秋。三农稍已，九谷行收。金气肃杀，商威飂戾。严风鼓莛，繁霜殒带。厉兵诘暴，敕法慎刑。神明降嘏，国步惟宁。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0128】

可以此为本，微更损益，去其哀怨，考而补之。以新定律吕，更造乐器。

（卷十五·志第十·音乐下）

【0129】

然万物人事，非五行不生，非五行不成，非五行不灭。故五音用火尺，其事火重。用金尺则兵，用木尺则丧，用土尺则乱，用水尺则律吕合调，天下和平。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0130】

诏施用水尺律乐，其前代金石，并铸毁之，以息物议。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0131】

大业二年，乃诏改用梁表律调钟磬八音之器，比之前代，最为合古。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0132】

万宝常水尺律母黄钟容黍一千三百二十。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0133】

开皇九年平陈后，高祖遣毛爽及蔡子元、于普明等，以候节气。依古，于三重密屋之内，以木为案，十有二具。每取律吕之管，随十二辰位，置于案上，而以土埋之，上平于地，中实葭莩之灰，以轻缇素覆律口。每其月气至，与律冥符，则灰飞冲素，散出于外。而气应有早晚，灰飞有多少，或初入月其气即应；或至中下旬间，气始应者；或灰飞出，三五夜而尽；或终一月，才飞少许者。高祖异之，以问

牛弘。弘对曰："灰飞半出为和气，吹灰全出为猛气，吹灰不能出为衰气。和气应者其政平，猛气应者其臣纵，衰气应者其君暴。"

【0134】

开皇初调钟律尺及平陈后调钟律水尺。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0135】

窃惟权衡度量，经邦懋轨，诚须详求故实，考校得衷。谨寻今之铁尺，是太祖遣尚书故苏绰所造，当时检勘，用为前周之尺。验其长短，与宋尺符同，即以调钟律，并用均田度地。今以上党羊头山黍，依《汉书·律历志》度之。若以大者稠累，依数满尺，实于黄钟之律，须撼乃容。若以中者累尺，虽复小稀，实于黄钟之律，不动而满。计此二事之殊，良由消息未善，其于铁尺，终有一会。且上党之黍，有异他乡，其色至乌，其形圆重，用之为量，定不徒然。正以时有水旱之差，地有肥瘠之异，取黍大小，未必得中。案许慎解，秬黍体大，本异于常。疑今之大者，正是其中，累百满尺，即是会古。宾籥之外，才剩十余，此恐围径或差，造律未妙。就如撼动取满，论理亦通。今勘周汉古钱，大小有合，宋氏浑仪，尺度无舛。又依《淮南》，累粟十二成寸：明先王制法，索隐钩深，以律计分，义无差异。《汉书·食货志》云："黄金方寸，其重一斤。"今铸金校验，铁尺为近。依文据理，符会处多。且平齐之始，已用宣布，今因而为定，弥合时宜。至于玉尺累黍，以广为长，累既有剩，实复不满。寻访古今，恐不可用。其晋、梁尺量，过为短小，以黍实管，弥复不容，据律调声，必致高急。且八音克谐，明王盛范，同律度量，哲后通规。臣等详校前经，斟量时事，谓用铁尺，于理为便。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0136】

祖孝孙云："平陈后，废周玉尺律，便用此铁尺律，以一尺二寸即为市尺。"

（卷十六·志第十一·律历上）

【0137】

开皇十年万宝常所造律吕水尺实比晋前尺一尺一寸八分六厘。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0138】

今太乐库及内出铜律一部，是万宝常所造，名水尺律。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0139】

今此乐声，是用水尺。江东尺短于土，长于水。俗间不知者，见玉作，名为玉尺，见铁作，名为铁尺。诏施用水尺律乐，其前代金石，并铸毁之，以息物议。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0140】

“乐主于音，音定于律，音不以律，不可克谐，度律均钟，于是乎在。但律终小吕，数复黄钟，旧计未精，终不复始。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0141】

其黄钟管六十三为实，以次每律减三分，以七为寸法。约之，得黄钟长九寸，太簇长八寸一分四厘，林钟长六寸，应钟长四寸二分八厘七分之四。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0142】

开皇九年平陈后，牛弘、辛彦之、郑译、何妥等，参考古律度，各依时代，制其黄钟之管，俱径三分，长九寸。度有损益，故声有高下；圆径长短，与度而差，故容黍不同。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0143】

今正十二管在太乐者，阳下生阴，始于黄钟，阴上生阳，终于中吕，而一岁之气，毕于此矣。中吕上生执始，执始下生去灭，终于南事。六十律候，毕于此矣。仲冬之月，律中黄钟。黄钟者，首于冬至，阳之始也。应天之数而长九寸，十一月气至，则黄钟之律应，所以宣养六气，缉和九德也。自此之后，并用京房律准，长短宫徵，次日而用。凡十二律，各有所摄，引而申之，至于六十。亦由八卦衍而重之，以为六十四也。相生者相变。始黄钟之管，下生林钟，以阳生阴，故变也。相摄者相通。如中吕之管，摄于物应，以母权子。故相变者，异时而各应，相通者，同月而继应。应有早晚者，非正律气，乃子律相感，寄母中应也。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0144】

遣晓音律者陈山阳太守毛爽及太乐令蔡子元、于普明等，以候节气，作《律谱》。时爽年老，以白衣见高祖，授淮州刺史，辞不赴官。因遣协律郎祖孝孙就其受法。弘又取此管，吹而定声。既天下一统，异代器物，皆集乐府，晓音律者，颇议考核，

以定钟律。

（卷十六·志第十一·律历上）

【0145】

宝常因极言乐声哀怨淫放，非雅正之音，请以水尺为律，以调乐器。上从之。宝常奉诏，遂造诸乐器，其声率下郑译调二律。并撰《乐谱》六十四卷，具论八音旋相为宫之法，改弦移柱之变。为八十四调，一百四十四律，变化终于一千八百声。

（卷七十八·列传第四十三·万宝常传）

【0146】

此曲宫声往而不反，宫者君也，吾所以知之。

（卷七十八·列传第四十三·万宝常传）

【0147】

由是宝常被配为乐户，因而妙达钟律，遍工八音。造玉磬以献于齐。又尝与人方食，论及声调。时无乐器，宝常因取前食器及杂物，以箸扣之，品其高下，宫商毕备，谐于丝竹，大为时人所赏。

（卷七十八·列传第四十三·万宝常传）

2.2（唐杜佑著）《通典》的音乐科技史料[①]

【0201】

隋代雅乐，唯奏黄锺一宫，郊庙朝飨用一调，迎气用五调。

（卷一百四十二·乐二）

【0202】

奏黄锺，歌大吕，以祀圆丘。(黄锺所以宣六气也，耀魄天神，最为尊极，故奏黄锺以祀之。)奏太蔟，歌应锺，以祭方泽。(太蔟所以赞阳出滞，昆仑厚载之重，故奏太蔟以祀之。)奏姑洗，歌南吕，以祀五郊、神州。(姑洗所以修洁百物，五郊神州，天地之次，故奏姑洗以祀之。)奏蕤宾，歌函锺，以享宗庙。(蕤宾所以安静神人，祖宗有国之本，故奏蕤宾以祀之。)奏夷则，歌小吕，以祭社稷、先农。(夷则所以咏歌九穀，贵在秋成，故奏夷则以祀之。)奏无射，歌夹锺，以祭巡狩方岳。(无射所以示人轨物，视秩观风，故奏无射以祀之。)

（卷一百四十二·乐二）

【0203】

今改为五音，其声悉依宫商，不使差越。唯迎气於五郊，降神奏之，月令所谓“孟

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

春其音角”是也。

（卷一百四十二·乐二）

【0204】

祖孝孙始为旋宫之法，造十二和乐，合四十八曲，八十四调。

（卷一百四十二·乐二）

【0205】

隋文帝开皇二年，诏求知音之士，参定音乐。沛国公郑译云：“考寻乐府锺石律吕，皆有宫、商、角、徵、羽、变宫、变徵之名。七声之内，三声乖应，每常求访，终莫能通。初，周武帝时，有龟兹人曰苏祇婆，从突厥皇后入国，善胡琵琶。听其所奏，一均之中间有七声。因而问之，答云：‘父在西域，称为知音。代相传习，调有七种。’以其七调，勘校七声，冥若合符。一曰婆陀力，华言平声，即宫声也。二曰鸡识，华言长声，即商声也。三曰沙识，华言质直声，即角声也。四曰沙侯加滥，华言应声，即变徵声也。五曰沙腊，华言应和声，即徵声也。六曰般赡，华言五声，即羽声也。七曰俟利箑，华言斛牛声，即变宫声也。”译因习而弹之，始得七声之正。然其就此七调，又有五旦之名，旦作七调。以华言译之，旦者则谓之“均”也。其声亦应黄锺、太蔟、林锺、南吕、姑洗五均，以外七律，更无调声。遂因其所捻琵琶，弦柱相饮为均，推演其声，更立七均。合成十二，以应十二律。律有七音，音立一调，故成七调十二律，合八十四调，旋转相交，尽皆和合。仍以其声考校太乐所奏，林锺之宫，应用林锺为宫，乃用黄锺为宫；应用南吕为商，乃用太蔟为商；应用应锺为角，乃取姑洗为角。故林锺一宫七声，三声并戾。其十一宫七十七音，例皆乖越，莫有通者。

（卷一百四十三·乐三）

【0206】

有万宝常者，妙达锺律，遍解八音。常与人方食，论及声调，时无乐器，因取前食器及杂物，以箸扣之，品其高下，宫商毕备，谐於丝竹。文帝后召见，问郑译所定音乐可否，对曰：“此亡国之音，岂陛下之所宜闻。”遂极言乐声哀怨淫放，非雅正之音，请以水尺为律，以调乐器。上遂从之。遂造诸乐器，其声率下於译调二律。并撰乐谱六十四卷，论八音旋相为宫之法，改弦移柱之变。为八十四调，百四十四律，变化终於千八百声。

（卷一百四十三·乐三）

【0207】

帝又遣毛爽及蔡子元、于普明等，以候节气。依古，於三重密屋之内，以木为案，十有二具。每取律吕之管，随十二辰位，置於案上，而以土埋之，上平於地。中实葭莩之灰，以轻缇素覆律口。每地气至，与律冥符，则灰飞冲素，散出於外。而气应有早晚，灰飞有多少，或初入月其气即应，或至中下旬间气始应者；或灰飞出三五夜而尽，或终一月才飞少许者。帝异之，问牛弘。弘对曰："灰飞半出为和气，灰全出为猛气，吹灰不能出为衰气。和气应者其政平，猛气应者其臣纵，衰气应者其君暴。"帝驳之曰："臣纵君暴，其政不平，非月别而有异也。今十二月律，於一岁内，应并不同。安得暴君纵臣若斯之甚也。"

（卷一百四十三·乐三）

【0208】

令言歔欷流涕，谓其子曰："汝慎无从行，帝必不返。此曲宫声往而不返。宫，君也。吾所以知之。"帝竟被弑於江都。

（卷一百四十三·乐三）

【0209】

以十二律各顺其月，旋相为宫。按礼记云"大乐与天地同和"。"治世之音，安以乐，其政和"。故制十二和之乐，合三十二曲，八十有四调。祭圆丘以黄锺为宫，方泽以林锺为宫，宗庙以太蔟为宫，五郊、朝贺、享宴则随月用律为宫。

（卷一百四十三·乐三）

【0210】

凡祭天神奏元和之乐，地祇奏顺和，宗庙奏永和，天地、宗庙登歌俱奏肃和，皇帝临轩奏太和，王公出入奏舒和，皇帝食举及饮酒奏休和，皇帝受朝奏正和，皇太子轩悬出入奏承和，元日、冬至皇帝礼会登歌奏昭和，郊庙俎入奏雍和，皇帝祭飨酌酒、读祝文及饮福酒、受胙奏寿和，五郊迎气各以月律而奏其音。

（卷一百四十三·乐三）

【0211】

至武延秀为太常卿，以为奇玩，以律与古玉尺、玉斗升合献焉。开元十七年，将考宗庙乐，有司请出之。敕惟以铜律付太常，而亡其九管。今正声有铜律三百五十六，铜斛二，铜秤二，铜瓯十四。斛左右耳与臀皆正方，积十而登，以至於斛。铭云："大唐贞观十年，岁次玄枵，月旅应锺，依新令累黍尺，定律校龠，成兹嘉量，与古玉斗相符，同律度量衡。协律郎张文收奉敕修定。"

（卷一百四十四·乐四）

【0212】

旧弹琵琶，皆用木拨弹之，大唐贞观中始有手弹之法，今所谓搊琵琶者是也。风俗通所谓以手琵琶之，知乃非用拨之义，岂上代固有搊之者？

（卷一百四十四·乐四）

【0213】

又甲、丙、庚、壬位各设钟一虡，乙、丁、辛、癸位各陈磬一虡。共为二十虡。其宗庙殿庭郊丘社并同。树建鼓於四隅，以象二十四气。依月为均，四厢同作，盖取毛诗传曰"四悬皆同"之义。

（卷一百四十四·乐四）

2.3 唐《乐书要录》中的音乐科技史料[①]

【0301】

夫道生气，气生形。……形云气彻，声所由出也。然则形气者，声之源也。声有高下，分而为调。高下虽殊，不越十二。假使天地之气噫而为分，速则声上，徐则声下，调则声中。虽复众调烦多，其率不过十二。然则声部虚立，因器乃见，故制律吕以纪名焉。

（卷五·辨音声审音源）

【0302】

夫声折半及倍加，只是一声，但清浊异耳。

（卷五·论相生类别）

【0303】

凡管长则声浊，短则清。假令夹钟之宫，黄钟为羽。夹钟短于黄钟，则是宫未必浊，黄钟短于夹钟，则是羽未必清。

（卷五·论每均自主尊卑义）

【0304】

箫长则浊，短则清。

（卷五·论每均自主尊卑义）

【0305】

故知清浊者，一弦之缓急也，无尊卑之差。宫商者，五音之唱和也，有君臣之别，唱不必浊，和不必清。

[①]所收集史料来自：修海林. 中国古代音乐史料集. 西安，世界图书出版社西安公司，2000.

（卷五·论每均自主尊卑义）

【0306】

琴不择长短，但调取一弦于黄钟同声，即于其上分作三分，捻却一分而弹之，即与六寸林种声合。又于中更分作三分而益一分捻之，即与八寸太簇声合。如此展转，终于十二，与律吕相并，遂无毫厘之差。琵琶、尺八、横笛之属并亦准此。

（卷五·论三分损益通之弦管）

2.4（唐段安节著）《乐府杂录》中的音乐科技史料[①]

【0401】

郊尝宿平泉别墅，值风清月朗，携琵琶于池上，弹蕤宾调，忽闻芰荷间有物跳跃之声，必谓是鱼；及弹别调，即无所闻；复弹旧调，依旧有声，遂加意朗弹。忽有一物锵然跃出池岸之上，视之，乃一片方响，盖蕤宾铁也。以指拨精妙，律吕相应也。

（乐府杂录·琵琶）

【0402】

武宗朝，郭道源后为凤翔府天星县丞，充太常寺调音律官，善击瓯。率以邢瓯、越瓯共十二只，旋加减水于其中，以箸击之，其音妙于方响也。咸通中，有吴缤洞晓音律，亦为鼓吹署丞，充调音律官，善于击瓯。击瓯盖出于击缶。

（乐府杂录·击瓯）

【0403】

开元中，内人许和子者，本吉州永新县乐家女也，开元末选入宫，即以永新名之，籍于宜春院。即美且慧，善歌，能变新声。韩娥，李延年殁后千余载，旷五其人，至永新始继其能。遇高秋朗月，台殿清虚，喉转意声，响传九陌。

（乐府杂录·歌）

【0404】

善歌者必先调其气。氤氲自脐间出，至喉乃噫其词，而分抗坠之音，即得其术，即可致遏云响鼓之妙也。

（乐府杂录·歌）

2.5《白氏长庆集》[②]

[①]所收集史料来自:修海林. 中国古代音乐史料集. 西安, 世界图书出版社西安公司, 2000.
[②]所收集史料来自:修海林. 中国古代音乐史料集. 西安, 世界图书出版社西安公司, 2000.

【0501】

丝桐合为琴，中有太古声。

古声淡无味，不称今人情。

玉徽光彩灭，朱弦尘土生。

废弃来已久，遗音尚泠泠。

不辞为君弹，纵弹人不情。

（《废琴诗》·卷一）

【0502】

华原磬，华原磬，古人不听今人听。

泗滨石，泗滨石，今人不击古人击。

今人古人何不同。用之舍之由乐工，

乐工虽在耳如壁，不分清浊即为聋。

梨园弟子调律吕，知有新声不知古。

古称浮磬出泗滨，立辩致死声感人，

宫悬一听华原石，君心遂忘封疆臣。

果然胡寇从燕起，武臣少肯封疆死，

始知乐与时政通，岂听铿锵而已矣！

磬襄入海去不归，长安市人为乐师，

华原磬与泗滨石，清浊两声谁得知？

（《华原磬》·卷三）

【0503】

五弦弹，五弦弹，听者倾耳弦寥寥。

赵壁知君入骨爱，五弦一一为君调。

第一第二弦索索，秋风拂松疏韵落。

第三第四弦冷冷，夜鹤忆子笼中鸣。

第五弦声最掩抑，陇水冻咽流不得。

五弦并奏君试听，凄凄切切复铮铮。

铁击珊瑚一两曲，冰泻玉壶千万声。

杀声入耳肌血寒，惨气中人饥骨酸。

……

（《五弦弹》·卷三）

【0504】

蜀桐木性实，楚丝音韵请，

调慢弹且缓，夜深数十声。

入耳淡无味，惬心潜有情，

自弄还自罢，亦不要人听。

（《夜琴》·卷七）

2.6（唐段成式著）《酉阳杂俎》等中的音乐科技史料

《酉阳杂俎》[①]

【0601】

“古琵琶弦用鹍鸡筋。开元中，段师能弹琵琶，用皮弦。贺怀智破拨，弹之不能成声。”琵琶可用，估计琴也有用之者。

（卷六·艺绝篇）

【0602】

蜀将军皇甫直，别音律，击陶器能知时月。好弹琵琶，元和中，尝造一调，乘凉临水池弹之，本黄种而声入蕤宾，因更弦再三奏之，声犹蕤宾也。直甚惑，不悦，自意为不详。隔日，又奏于池上，声如故。试弹于他处，则黄钟也。直因调蕤宾，夜复鸣弹于池上，觉近岸波动，有物激水如鱼跃。及下弦则没矣。直遂集客，车水竭池，穷池索之。数日，泥下丈余得铁一片。乃方响蕤宾铁也。

（卷六·乐）

（唐南卓）《羯鼓录》[②]

【0701】

宋沇即某人之中外亲丈人，知音之异事，非止于此也。尝为太常丞，每诸悬钟磬，亡坠自多，补亡者又归律吕。一日早于光宅佛寺待漏，闻塔上风铎声，倾听久之。朝回复止寺舍，问寺主僧曰：“上人塔铃，皆知所自乎？”曰：“不能知。”沇曰：“其间有一是古制，某请一登塔循金索，历扣以辨之，可乎？”僧初难后许，乃扣而辨焉。寺众即言：“往往无风自摇，洋洋有闻，非此也耶？”沇曰：“是耳。必因祠祭考本悬钟而应也。”固求摘取而观之，曰：“此沽洗之编钟耳，请且独掇于僧庭。”归太常，

[①]所收集史料来自:戴念祖. 中国物理学史大系·声学史. 长沙, 湖南教育出版社, 2000.

[②]所收集史料来自:修海林. 中国古代音乐史料集. 西安, 世界图书出版社西安公司, 2000.

令乐工与僧同临之。约其时，彼扣本悬，此果应，遂购而获焉。

（后录）

【0702】

羯鼓出夷外，以戎羯之鼓，故曰羯鼓。其音主太簇一均。龟兹部、高昌部、疏勒部、天竺部皆用之，次在都昙鼓、答腊鼓之下，鸡娄鼓之上。⊙如漆桶，下有小牙床承之。击用两杖，其声焦杀鸣烈，尤宜促曲急破，战杖连碎之声，又宜高楼晚景，明月清风，破空透远，特异众乐。杖用黄檀狗骨花楸等木，须至干紧绝湿气，而复柔腻；干取发越响亮，腻取战⊙战健举。棬用钢铁，铁当精炼，棬当至匀，若不刚，即应绦高下，⊙捩不停：不匀，即鼓面缓急，若琴徽之⊙病矣。

（前录）

《唐六典》[①]

【0801】

其乐器应漆者，皆朱漆之：铙鼓、节鼓朱漆画，加五彩重盖；大鼓、小鼓及余鼓吹并朱漆，羽葆鼓饰以羽葆。长鸣、中鸣、大·小横吹五彩衣幡，绯掌，画蹲豹五彩脚；大角幡亦如之。

（卷二十七）

（唐薛易简）《琴诀》[②]

【0901】

手指鼓动谓之喧，简要轻稳谓之静。又须两手相附，若双鸾对舞，两凤同翔，来往之势，附弦取声，不须声外摇指，正声和畅，方为善矣。

《刘宾客嘉话录》[③]

【1001】

袁得师，给事中高之子也。九日出糕谓人曰：洛阳有僧，房中磬子夜辄自鸣，僧以为怪，惧而成疾，求术士百方禁之，终不能已。曹绍夔素与僧善，适来问疾，僧遽以告。俄顷，轻击斋钟，磬复作声。绍夔笑曰："明日盛设馔，余当为除之。"僧虽不信其言，冀其或效，乃置馔以待。绍夔食讫，出怀中错，鑢磬数处，其声遂绝。僧苦问其所以，绍夔曰："此磬与钟律合，故击彼应此。"僧大喜，其疾便愈。

（一百七十三页）

[①]所收集史料来自：国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.
[②]所收集史料来自：修海林. 中国古代音乐史料集. 西安，世界图书出版社西安公司，2000.
[③]所收集的史料来自：戴念祖. 中国物理学史大系·声学史. 长沙，湖南教育出版社，2000.

（后晋刘昫等著）《旧唐书》[①]

【1101】

既而协律郎祖孝孙依京房旧法，推五音十二律为六十音，又六之，有三百六十音，旋相为宫，因定庙乐。

（卷二十八·志第八·音乐一）

【1102】

以十二律各顺其月，旋相为宫。按《礼记》云，“大乐与天地同和”，故制十二和之乐，合三十一曲，八十四调。

（卷二十八·志第八·音乐一）

【1103】

五郊、朝贺、飨宴，则随月用律为宫。

（卷二十八·志第八·音乐一）

【1104】

五郊迎气，各以月律而奏其音。

（卷二十八·志第八·音乐一）

【1105】

古者圣人作乐，以应天地之和，以合阴阳之序。和则人不夭札，物不疵疠。

（卷二十八·志第八·音乐一）

【1106】

时太常博士殷盈孙深于典故，乃案《周官考工记》之文，究其栾、铣、于、鼓、钲、舞、甬之法，沉思三四夕，用算法乘除，镈钟之轻重高低乃定。悬下编钟，正黄钟九寸五分，下至登歌倍应钟三寸三分半，凡四十八等。口项之量，径衡之围，悉为图，遣金工依法铸之，凡二百四十口。铸成，张浚求知声者处士萧承训、梨园乐工陈敬言与太乐令李从周，令先校定石磬，合而击拊之，八音克谐，观者耸听。

（卷二十九·志第九·音乐二）

【1107】

轧筝，以片竹润其端而轧之。

（卷二十九·志第九·音乐二）

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

【1108】

凤首箜篌，有项如轸。七弦，郑善子作，开元中进。形如阮咸，其下缺少而身大，旁有少缺，取其身便也。弦十三隔，孤柱一，合散声七，隔声九十一，柱声一，总九十九声，随调应律。太一，司马縚开元中进。十二弦，六隔，合散声十二，隔声七十二。弦散声应律吕，以隔声旋相为宫，合八十四调。

（卷二十九·志第九·音乐二）

【1109】

八缶，唐永泰初司马縚进《广平乐》，盖八缶具黄钟一均声。

（卷二十九·志第九·音乐二）

【1110】

方响，以铁为之，修八寸，广二寸，圆上方下。

（卷二十九·志第九·音乐二）

【1111】

隋氏二十架，先置建鼓于四隅，镈钟方面各三，依其辰位，杂列编钟、磬各四架于其间。二十六架，则编钟十二架，磬亦如之。轩县九架，镈钟三架，在辰、丑、申地，编钟、磬皆三架。设路鼓二于县内戌、巳地之北。设柷敔于四隅，舞人立于其中。錞于、铙、铎、抚拍、舂牍，列于舞人间。

（卷二十九·志第九·音乐二）

【1112】

孝孙又以陈、梁旧乐杂用吴、楚之音，周、齐旧乐多涉胡戎之伎，于是斟酌南北，考以古音，作《大唐雅乐》。以十二月各顺其律，旋相为宫，制十二乐，合三十二曲、八十四调。

（卷七十九·列传第二十九·祖孝孙传）

【1113】

初，开皇中，钟律多缺，虽何妥、郑译、苏夔、万宝常等亟共讨详，纷然不定。及平江左，得陈乐官蔡子元、于普明等，因置清商署。时牛弘为太常卿，引孝孙为协律郎，与子元、普明参定雅乐。时又得陈阳山太守毛爽，妙知京房律法，布琯飞灰，顺月皆验。爽时年老，弘恐失其法，于是奏孝孙从其受律。孝孙得爽之法，一律而生五音，十二律而为六十音，因而六之，故有三百六十音，以当一岁之日。又祖述洗重，依淮南法，一律而生五音，十二律而为六十音，因而六之，故有三百六十音，以当一岁之日。又祖述洗重，依淮南本数，用京房旧术求之，得三百六十律，

各因其月律而为一部。以律数为母，以一中气所有日为子，以母命子，随所多少，分直一岁，以配七音，起于冬至。

（卷七十九·列传第二十九·祖孝孙传）

【1114】

皋生知音律，尝观弹琴，至《止息》，叹曰："妙哉！嵇生之为是曲也，其当晋、魏之际乎！其音主商，商为秋声。秋也者，天将摇落肃杀，其岁之晏乎！又晋乘金运，商，金声，此所以知魏之季而晋将代也。慢其商弦，与宫同音，是臣夺君之义也，所以知司马氏之将篡也。司马懿受魏明帝顾托后嗣，反有篡夺之心，自诛曹爽，逆节弥露。王陵都督扬州，谋立荆王彪；毌丘俭、文钦、诸葛诞前后相继为扬州都督，咸有匡复魏室之谋，皆为懿父子所杀。叔夜以扬州故广陵之地，彼四人者，皆魏室文武大臣，咸败散于广陵，《散》言魏氏散亡，自广陵始也。《止息》者，晋虽暴兴，终止息于此也。其哀愤躁蹙，憯痛迫胁之旨，尽在于是矣。永嘉之乱，其应乎！叔夜撰此，将贻后代之知音者，且避晋、魏之祸，所以托之神鬼也。"

（卷一百二十九·列传第七十九·韩皋传）

（宋欧阳修等著）《新唐书》[①]

【1201】

太常博士殷盈孙按周法以算数除镈钟轻重高卬，黄钟九寸五分，倍应钟三寸三分半，凡四十八等。图上口项之量及径衡之围。乃命铸镈钟十二，编钟二百四十。宰相张浚为脩奉乐县使，求知声者，得处士萧承训等，校石磬，合而击拊之，音遂谐。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1202】

至隋灭陈，始得其乐器，稍欲因而有作，而时君褊迫，不足以堪其事也。是时郑译、牛弘、辛彦之，何妥、蔡子元、于普明之徒，皆名知乐，相与撰定。依京房六十律。因而六之，为三百六十律，以当一岁之日，又以一律为七音，音为一调，凡十二律为八十四调，其说甚详。而终隋之世，所用者黄钟一宫，五夏，二舞、登歌，房中等八十四调而已。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1203】

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

唐协律郎张文收乃依古断竹为十二律，高祖命与孝孙吹调五钟，叩之而应，由是十二钟皆用。孝孙又以十二月旋相为六十声、八十四调。其法，因五音生二变，因变徵为正徵，因变宫为清宫。七音起黄钟，终南吕，迭为纲纪。黄钟之律，管长九寸，王于中宫土。半之，四寸五分，与清宫合，五音之首也。加以二变，循环无间。故一宫、二商、三角、四变徵、五徵、六羽、七变宫，其声繇浊至清为一均。凡十二宫调，皆正宫也。正宫声之下，无复浊音，故五音以宫为尊。十二商调，调有下声一，谓宫也。十二角调，调有下声二，宫、商也。十二徵调，调有下声三，宫、商、角也。十二羽调，调有下声四，宫、商、角、徵也。十二变徵调，居角音之后，正徵之前。十二变宫调，在羽音之后，清宫之前。雅乐成调，无出七声，本宫递相用。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1204】

文收既定乐，复铸铜律三百六十、铜斛二、铜秤二、铜瓯十四、称尺一。斛左右耳与臀皆方，积十而登，以至于斛，与古玉尺、玉斗同。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1205】

及将考中宗庙乐，有司奏请出之，而称尺已亡，其迹犹存，以常用度量校之，尺当六之五，量、衡皆三之一。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1206】

镈钟十有二，在十二辰之位。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1207】

其在朝廷，天子将自内出，撞黄钟之钟，右五钟应，乃奏之，其礼毕，兴而入，撞蕤宾之种，左五钟应，乃奏之。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1208】

初，隋用黄钟一宫，惟击七钟，其五钟设而不击，谓之哑钟。唐协律郎张文收乃依古断竹为十二律，高祖命与孝孙吹调五钟，叩之而应，由是十二钟皆用。孝孙又以十二月旋相为六十声、八十四调。其法，因五音生二变，因变徵为正徵，因变宫为清宫。七音起黄钟，终南吕，迭为纲纪。黄钟之律，

管长九寸，王于中宫土。半之，四寸五分，与清宫合，五音之首也。加以二变，循环无间。

（卷二十一·志第十一·礼乐十一）

【1209】

开元二十三年十二月乙巳，龙池《圣德颂》石自鸣，其音清远如钟磬。

（卷三十五·志第二十五·五行二）

【1210】

天宝十载六月乙亥，大同殿前钟自鸣。

（卷三十五·志第二十五·五行二）

【1211】

涔阳耕得古钟，高尺余，收扣之，曰："此姑洗角也。"既劀拭，有刻在两栾，果然。

（卷一百八十四·列传第一百九·杨收传）

（宋沈括著）《梦溪笔谈》[①]

【1301】

从谓律从律，吕从吕；变谓以律从吕，以吕从律。故从声以配君、臣、民，尊卑有定，不可相逾；变声以为事、物，则或遇于君声无嫌。加变徵，则从、变之声已渎矣。隋柱国郑译始条具七均，展转相生，为八十四调，清浊混淆，纷乱无统，竞为新声。

（卷五·乐律一）

【1302】

予曾见唐初路氏琴，木皆枯朽，殆不胜指，而其声愈清。

（卷五·乐律一）

【1303】

吾闻《羯鼓录》序羯鼓之声云："透空碎远，极异众乐。"

（卷五·乐律一）

【1304】

二十八调但有声同者应，若遍二十八调而不应，则是逸调声也。

（卷五·乐律一）

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

【1305】

琵琶共有八十四调，盖十二律各七均，乃成八十四调；

（卷六·乐律二）

【1306】

予于金陵丞相家得唐贺怀智《琵琶谱》一册，其序云："琵琶八十四调，内黄钟、太簇、林钟宫声，弦中弹不出，须管色定弦，其余八十一调皆以此三调为准，更不用管色定弦。"

（卷六·乐律二）

【1307】

今之燕乐二十八调，布在十一律，唯黄钟、中吕、林钟三律，各具宫、商、角、羽四音；其余或有一调至二三调，独蕤宾一律都无。

（卷六·乐律二）

【1308】

予友人家有一琵琶，置之虚室，以管色奏双调，琵琶弦辄有声应之，奏他调则不应，宝之以为异物。殊不知此乃常理。二十八调但有声同者即应；若遍二十八调而不应，则是逸调声也。古法，一律有七音，十二律共八十四调。更细分之，尚不止八十四。逸调至多。偶在二十八调中，人见其应，则以为怪，此常理耳。此声学至要妙处也。

（卷六·乐律二）

（宋李昉著）《太平广记》[①]

【1401】

洛阳有僧，房中磬子夜辄自鸣。僧以为怪，惧而成疾。求术士，百方禁之，终不能已。夔与僧善，来问疾，僧具以告。俄击斋钟，复作声。绍夔笑曰："明日可设盛馔，当为除之。"僧虽不信绍夔言，冀其或效，乃具馔以待之。夔食讫，出怀中锉，鑢磬数处而去，其声遂绝。僧苦问其所以，夔云："此磬与钟律合，击彼此应。"僧大喜，其疾亦愈。

（卷二〇三·乐一）

【1402】

初孝孙以梁陈旧乐杂用吴楚之音，周齐旧乐多涉胡戎之伎，于是斟酌南北，考以古音，而作《大唐雅乐》，以十二律，各顺其月，旋相为宫。

[①]所收集史料来自:国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

（卷二○三·乐一）

【1403】

五郊迎享，则随月用律为宫。

（卷二○三·乐一）

【1404】

沇为太常丞，尝一日早，于光宅佛寺待漏，闻塔上风铎声，倾听久之。朝回，复止寺舍，问寺主僧曰："上人塔铃，皆知所自乎？"曰："不能知。"沇曰："其间有一是古制。某请一登塔，循金索，试历扣以辨之，可乎？"僧初难后许，乃扣而辨焉。在寺之人，即言往往无风自摇，洋洋有闻，非此耶。沇曰："是耳。必因祠祭，考本悬钟而应之。"固求摘取而观之，曰："此沽洗之编钟耳，请且独掇于僧庭。"归太常，令乐工与僧同临之。约其时，彼扣本悬，此果应，遂购而获焉。

（卷二○三·乐一）

【1405】

隋炀帝幸江都时，乐工王令言子自内归，令言问其子："今日所进曲子何？"曰："安公子。"令言命其子奏之，曰："汝不须随驾去，此曲子无宫声，上必不回。"果如其言。

（卷二○四·乐二）

【1406】

西凉州俗好音乐，制新曲曰《凉州》，开元中，列上献之，上召诸王于便殿同观焉。曲终，诸王拜贺，蹈舞称善，独宁王不拜。上顾问之，宁王进曰："此曲虽佳，臣有所闻焉。夫音也，始之于宫，散之于商，成之于角徵羽，莫不根蒂而袭于宫商也。斯曲也，宫离而少，徵商乱而加暴。臣闻宫君也，商臣也。宫不胜则君势卑，商有余则臣事僭。卑则逼下，僭则犯上。发于忽微，形于音声。播之于咏歌，见之于人事。臣恐一日有播越之祸，悖逼之患，莫不兆于斯曲也。"

（卷二○四·乐二）

【1407】

后唐清泰之初，王仁裕从事梁苑，时范公延光师之。春正月，郊野尚寒，引诸幕寮，饯朝客于折柳亭。乐则于羽，而响铁独有宫声，泊将掺执，竟不谐和。王独讶之，私谓戎判李大夫式、管记唐员外献曰："今日必有诪张之事，盖乐音不和。今诸音举羽，而独扣金有宫声。且羽为水，宫为土，水土相克，得无忧乎？"于时筵散，朝客西归。

（卷二〇四·乐二）

（宋王谠著）《唐语林》[1]

【1501】

近代言乐，卫道弼为最，天下莫能以声欺者。曹绍夔与道弼为乐令，比监郊享，御史有怒于绍夔，欲以乐不和为之罪。杂叩钟磬，使暗别之，无误者，由是反叹服其能。洛阳有僧，房中磬子夜辄自鸣，僧以为怪，惧而成疾，求术士百方禁之，终不能已。曹绍夔素与僧善，适来问疾，僧遽以告。俄顷，轻击斋钟，磬复作声。绍夔笑曰："明日盛设馔，余当为除之。"僧虽不信其言，冀其或效，乃置馔以待。绍夔食讫，出怀中错，鑢磬数处，其声遂绝。僧苦问其所以，绍夔曰："此磬与钟律合，故击彼应此。"僧大喜，其疾便愈。

（卷五·补遗）

[1]所收集史料来自：国学备要. 中国国学时代文化传播有限公司.

第三章 隋唐时期音乐科技主要成果

第二章对文献中音乐科技史料的整理成为这一章对音乐科技成果发掘和总结的理论依据。本章主要通过对第二章中一些典型的文献史料进行分析，在此基础上从音乐科技的研究领域音乐声学、音乐数学、音乐力学、音乐思维、乐器工艺学等等方面总结隋唐音乐科技取得的主要成果。

3.1 乐器工艺学

3.1.1 材料的选择

古今中外凡属优质乐器，其选材一直受到演奏家和制作家的重视。[①]隋唐时期，在材料选择方面的成果主要有：古人已经意识到了不同材料具有不同的传声效果，对于乐器材料也已经有了一定的选择，对材料的干湿度也有了一定的认识。如《白氏长庆集》卷三【**0502**】记载，"华原磬，华原磬，古人不听今人听。泗滨石，泗滨石，今人不击古人击。今人古人何不同。用之舍之由乐工，乐工虽在耳如壁，不分清浊即为聋。梨园弟子调律吕，知有新声不知古。古称浮磬出泗滨，立辩致死声感人，宫悬一听华原石，君心遂忘封疆臣。果然胡寇从燕起，武臣少肯封疆死，始知乐与时政通，岂听铿锵而已矣！磬襄入海去不归，长安市人为乐师，华原磬与泗滨石，清浊两声谁得知？"诗中认为是因为宫中使用华原石制作的磬，听了导致"君心遂忘封疆臣"缘故。[②]这种观点虽然甚是荒谬，但它还是不仅对华原石和泗滨石所制作的磬发的声音进行了描述，而且对每种材料的不足之处进行简要的评论——"清浊有异"。虽然这仅是白居易自己的主观判断，但从中也可看到不同的物质材料具有不同的属性这一特点。这就对更好的选择乐器材料提供了指导示范的作用。

在对琴的制作材料方面，《白氏长庆集》卷七【**0504**】也有记载，"蜀桐木性实，楚丝音韵请，调慢弹且缓，夜深数十声。入耳淡无味，惬心潜有情，自弄还自罢，亦不要人听。"由于古人从古就有"循声选材"的说法，所以在隋唐的乐器制造中也真实地体现了这一点，乐器材料的选择体现出较高的科学技术水平，这是实用性很强的一门技术，因为不同的材料，其在传声效果上是不同的。所以我们从上述所记载的史料中可以看出，就古琴的选材而言，音箱材质的选择和琴弦的选择都是非常重要的，一般音响材质都以桐木为佳，而琴弦的选择也以楚丝为宜。再如对羯鼓制作材料的选材上，晚唐南卓所著《羯鼓录》【**0702**】中记载："杖用黄檀狗骨花楸等木，

[①]应有勤. 中外乐器文化大观. 上海教育出版社, 2008. 1
[②]秦序. 一苇凌波. 上海音乐出版社. 2004. 12

须至干紧绝湿气，而复柔腻；干取发越响亮，腻取战⊙战健举。棬用钢铁，铁当精炼......”从羯鼓所用的杖的材质、湿度来描述其所用材料对羯鼓声音的影响，说明古人对材质的选择已经有了一定的经验并把它用在了实践中。

3.1.2 材料加工工艺

前面已经谈到，工艺与科学技术是密不可分的。隋唐时期在材料加工工艺方面取得的主要成就有，人们已经清楚的意识到乐器的结构及尺寸对音律的影响。由于秦始皇时的“焚书坑儒”以及多年的战乱之苦，使得隋唐时编钟的铸造技术失传，于是对编钟形制的重新确立就显得比较重要。如《旧唐书》卷二十九【1106】记载，“时太常博士殷盈孙深于典故，乃案《周官考工记》之文，究其栾、铣、于、鼓、钲、舞、甬之法，沉思三四夕，用算法乘除，镈钟之轻重高低乃定。悬下编钟，正黄钟九寸五分，下至登歌倍应钟三寸三分半，凡四十八等。口项之量，径衡之围，悉为图，遣金工依法铸之，凡二百四十口。铸成，张浚求知声者处士萧承训、梨园乐工陈敬言与太乐令李从周，令先校定石磬，合而击拊之，八音克谐，观者耸听。”从中可以看出隋唐时期，人们已经清楚的意识到乐器的结构及尺寸对其音律的影响，也可以看出对失传编钟技术的探索。

隋唐时期在材料加工工艺方面取得的又一成果表现在漆器上。《隋书》【0101】中记载，“其乐器应漆者，天地之神皆朱，宗庙加五色漆画。”【0105】中也载有，“皇太子铙及节鼓，朱漆画，饰以羽葆。余鼓吹并朱漆。”这些都说明我国隋唐时期的雕漆技术较之前代有了更大的发展。在装饰品的选择上也更加的追求美观，还讲究其实用的价值，而且其装饰品还似乎是地位的象征，显示着主人的尊贵。由此可以看出隋唐乐器的发展与科学技术的关系是有着相当联系的。

总之，隋唐文化作为封建社会的顶峰，它整合发展了前代文化的积淀，吸收融合了兄弟民族的成就。从今天留下的唐代乐器来看，很多乐器的工艺都很精湛，尤其是古琴，其中很多都成了价值连城的宝物，具有很大的研究价值。也许是由于古代重道轻器的原因，很多乐器的制作工艺在文献中很难觅其踪迹；也许是由于隋唐文化整合发展的原因，导致了隋唐新乐器的稀缺。但流传至今的隋唐乐器，其精湛的工艺，美观的外观，依然抹杀不了那个时代乐器制作的辉煌。使其在整个封建社会中有如一颗明珠熠熠生辉。

3.2 音乐自然科学思维

气首先是物与物感应的中介。[①]隋唐时候，侯气说非常盛行。《隋书》【0133】中记载，“开皇九年平陈后，高祖遣毛爽及蔡子元、于普明等，以候节气。依古，于三重密屋之内，以木为案，十有二具。每取律吕之管，随十二辰位，置于案上，而以土埋之，上平于地，中实葭莩之灰，以轻缇素覆律口。每其月气至，与律冥符，则灰飞冲素，散出于外。而气应有早晚，灰飞有多少，或初入月其气即应；或至中下旬间，气始应者；或灰飞出，三五夜而尽；或终一月，才飞少许者。高祖异之，以问牛弘。弘对曰：“灰飞半出为和气，吹灰全出为猛气，吹灰不能出为衰气。和气应者其政平，猛气应者其臣纵，衰气应者其君暴。”说明在当时侯气说大行其道的时候，音乐艺术也受到了其影响，在今天看来不失牵强附会之意，但在当时竟真的跟音乐联系在了一起，“取律吕之管，随十二辰位，置于案上，而以土埋之”，十二个月的气与地面上十二支律管相对应。【0119】载，“今官雅乐独有黄钟，而食举乐但有太簇，皆不应月律，恐伤气类。可作十二月均，各应其月气。公卿朝会，得闻月律，乃能感天，和气宜应。”【0121】载，“故隋代雅乐，唯奏黄钟一宫，郊庙飨用一调，迎气用五调。”

除此之外，唐代思想家也习惯用五行阴阳学说解释自然现象。而且把这一思想也用在了音乐中，《隋书》【0129】载，“然万物人事，非五行不生，非五行不成，非五行不灭。故五音用火尺，其事火重。用金尺则兵，用木尺则丧，用土尺则乱，用水尺则律吕合调，天下和平。”把五行和五音联系在了一起。【0143】载，“今正十二管在太乐者，阳下生阴，始于黄钟，阴上生阳，终于中吕，而一岁之气，毕于此矣。中吕上生执始，执始下生去灭，终于南事。六十律候，毕于此矣。仲冬之月，律中黄钟。黄钟者，首于冬至，阳之始也。应天之数而长九寸，十一月气至，则黄钟之律应，所以宣养六气，缉和九德也。自此之后，并用京房律准，长短宫徵，次日而用。凡十二律，各有所摄，引而申之，至于六十。亦由八卦衍而重之，以为六十四也。相生者相变。始黄钟之管，下生林钟，以阳生阴，故变也。相摄者相通。如中吕之管，摄于物应，以母权子。故相变者，异时而各应，相通者，同月而继应。应有早晚者，非正律气，乃子律相感，寄母中应也。”用阴阳二气来解释音乐，在我国古代早已有之，在隋唐时这种朴素的唯物思想还很盛行。

3.3 音乐声学

3.3.1 乐器声学

[①]席泽宗. 中国科学技术史·科学思想卷. 北京, 科学出版社, 2001.

乐器声学是音乐声学的一个重要内容，而从上一章收集的音乐文献史料中可以看出，隋唐时期在乐器声学上取得了一定的成就，从而在一定程度上推动了隋唐音乐艺术的发展，也就为包括文化在内的隋唐社会的繁荣做出了一定的贡献。这一成就主要表现在：唐代已有了关于“声源”二字的记载;古人也指出了声音产生的原因，即“形动气彻”；又述及了音调问题，风速则其音调高，风缓则其音调低，不速不缓则其音调适中。

如唐《乐书要录》【0301】中记载：“夫道生气，气生形。……形云气彻，声所由出也。然则形气者，声之源也。声有高下，分而为调。高下虽殊，不越十二。假使天地之气噫而为分，速则声上，徐则声下，调则声中。又如该书【0305】中记载“故知清浊者，一弦之缓急也。”就是说把弦松一松，它的音高就会降低，相反，把弦拉紧点，它的音高就会升高。这种方法正是古人常用的调弦方法之一。而这也正证明了音乐声学中物体振动的频率与音乐的音高有直接联系的理论，而弦振动频率与弦的长短，张力的大小，线的密度是有关系的。可见，我国古代的先民们在很早以前，在实践中就已经掌握了调弦的基本方法，这对后世是有着重要启示意义的。。

关于壳振动这一方面，隋唐时期的成就远不及以往了。但是从唐代有关壳体振动的故事中还是能在一定程度上说明古人在调节壳体振动时所使用的一些方法的 。如段安节在其著作《乐府杂录》【0402】中记载“武宗朝，郭道源后为凤翔府天星县丞，充太常寺调音律官，善击瓯。率以邢瓯、越瓯共十二只，旋加减水于其中，以箸击之，其音妙于方响也。咸通中，有吴缤洞晓音律，亦为鼓吹署丞，充调音律官，善于击瓯。击瓯盖出于击缶。” 该段文字的主要含义就是:唐武宗时，有一个叫郭道源的人善于击瓯，他取了邢瓯、越瓯共十二个，各自装了一定量的水，把这些瓯调节成不同的音高，用竹筷敲击，便能奏出美妙的音乐。可见通过在瓯中加减水来调节壳体的振动，从而使得“以箸击之，其音妙于方响也。”今天，民间流行的“水碗”演奏也就是利用在碗中加减水来调节碗的振动，从而使得“水碗”发出了美妙的音乐的。可见，唐代已发现了在杯内加减水量以调谐发音的方法，这在壳体理论中是有意义的事。而后民间也把其使用的这一乐器称为“水盏”。“水盏”起源于唐代，这是毫无疑问的。

唐《乐书要录》中记载【0303】“凡管长则声浊，短则清。假令夹钟之宫，黄钟为羽。夹钟短于黄钟，则是宫未必浊，黄钟短于夹钟，则是羽未必清。”同书【0304】也记载了“箫长则浊，短则清。”可见这是对音乐声学管振动这一内容的描述，说明了管内空气柱的长短对管乐器的音高有着很大影响。

共振是音乐声学的一个重要内容，从收集的史料记载看，隋唐时期的共振大致可以根据共振材料的不同，分为钟磬共振，铎钟共振、弦方响共振。

钟磬之间的共振，最大的实践意义在于调音。《太平广记》**【1401】**中记载：洛阳有僧，房中磬子夜辄自鸣。僧以为怪，惧而成疾。求术士，百方禁之，终不能已。夔与僧善，来问疾，僧具以告。俄击斋钟，复作声。绍夔笑曰："明日可设盛馔，当为除之。"僧虽不信绍夔言，冀其或效，乃具馔以待之。夔食讫，出怀中锉，　鑢磬数处而去，其声遂绝。僧苦问其所以，夔云："此磬与钟律合，击彼此应。"僧大喜，其疾亦愈。"该段主要描述了这样一个故事：洛阳的一座市庙里有一种铜制的钵磬，不知道什么原因，到了晚上即便没有人敲它，它也会时不时的发出声音来。市庙里的一位僧人听了觉得奇怪，以为鬼怪在作祟，老是提心吊胆，结果便得了病。于是它便请了江湖术士来帮他驱鬼，而那些江湖术士使出了浑身解数，用尽了各种办法，都无济于事，钵磬每天还是发出声响。这位僧人有个朋友叫曹紹夔，听说他病了，便来探望，僧人便向他说了得病的缘由。不多时，市庙里正好敲击斋钟，钵磬自己便又响了起来。曹紹夔明白了其中的缘由，于是笑着对僧人说："我有办法，明天请你摆下酒席，我来制服他，磬以后就不会自鸣了。"僧人听后将信将疑地准备了一桌丰盛的酒宴来招待曹紹夔。夔在酒足饭饱后，便从其怀里拿出一把锉子，但见他在磬上锉弄了几处，自此以后，这只磬果真再也没有自己响起来了。僧人的病也就此好了。僧人不知道其中的奥妙，便去问曹紹夔，为什么锉了几处磬就不再响了。夔说："你这只磬的音调和市庙里钟的音调是相同的。此即是同声相应的道理，因此那边敲钟，就能吸引起这边磬的感应，没有谁去敲击它，它也会发出声音的。"僧人听了曹紹夔的解释恍然大悟："原来如此！"从这我们可以看到，由于"此磬与钟律合"，所以"击彼此应。"同样的故事在《唐语林》**【1501】**中也有所记载。说明我们的古人早已意识到了共振的现象。

有关铎钟共振的的现象在《太平广记》中也有所记载：沇为太常丞，尝一日早，于光宅佛寺待漏，闻塔上风铎声，倾听久之。朝回，复止寺舍，问寺主僧曰："上人塔铃，皆知所自乎？"曰："不能知。"沇曰："其间有一是古制。某请一登塔，循金索，试历扣以辨之，可乎？"僧初难后许，乃扣而辨焉。在寺之人，即言往往无风自摇，洋洋有闻，非此耶。沇曰："是耳。必因祠祭，考本悬钟而应之。"固求摘取而观之，曰："此沽洗之编钟耳，请旦独掇于僧庭。"归太常，令乐工与僧同临之。约其时，彼扣本悬，此果应，遂购而获焉。由于铎钟得固定频率相接近，所以，扣钟而铎应之。

至于弦和方响共振的现象在唐代的史料中更是颇多涉及。如段安节的《乐府杂录》【0401】中记载有"郊尝宿平泉别墅，值风清月朗，携琵琶于池上，弹蕤宾调，忽闻芰荷间有物跳跃之声，必谓是鱼；及弹别调，即无所闻；复弹旧调，依旧有声，遂加意朗弹。忽有一物锵然跃出池岸之上，视之，乃一片方响，盖蕤宾铁也。以指拨精妙，律吕相应也。"意思是弹琵琶在蕤宾调上，方响就应之，离开蕤宾调弹别调，方响就"无所闻" 我们姑且不论该故事是否太过离奇，但单就蕤宾弦线和蕤宾方响发声共振乃是千真万确的。类似的故事在段安节之父段成式《酉阳杂俎》【0602】中也有记载，"蜀将军皇甫直，别音律，击陶器能知时月。好弹琵琶，元和中，尝造一调，乘凉临水池弹之，本黄钟而声入蕤宾，因更弦再三奏之，声犹蕤宾也。直甚惑，不悦，自意为不详。隔日，又奏于池上，声如故。试弹于他处，则黄钟也。直因调蕤宾，夜复鸣弹于池上，觉近岸波动，有物激水如鱼跃。及下弦则没矣。直遂集客，车水竭池，穷池索之。数日，泥下丈余得铁一片。乃方响蕤宾铁也。"该文主要大意描述了蜀将军皇甫直善于听辨音律，有人敲击陶器，他就能说出它的音高。皇甫直非常喜欢弹琵琶，有一次，它在池边纳凉，把琵琶定为了黄钟，弹奏自娱，但发现音总是往蕤宾音上跑，于是他便更换其他调来弹，结果发现声音还是像蕤宾。这使得他闷闷不乐，怀疑这是不祥之兆。第二天，他干脆把琵琶定为了蕤宾调弹奏，忽然看见靠近岸边的池水涌动，好像有东西如鱼一样要跃出水面。他立即让人舀干水，结果发现池边有一片方响，敲击后发现它恰好是蕤宾音。 这两个相类似的故事所反应得现象本身或与现实很离谱，它们虽然不合适的夸张了共振的现象，但我们却从中看到了古人对共振现象的认识由来已久。

此外，古人不仅认识到了共振现象，而且古人也熟练的掌握了消除共振的方法。如唐代韦绚所著《刘宾客嘉话录》【1001】中记载：袁得师，给事中高之子也。九日出糕谓人曰：洛阳有僧，房中磬子夜辄自鸣，僧以为怪，惧而成疾，求术士百方禁之，终不能已。曹绍夔素与僧善，适来问疾，僧遽以告。俄顷，轻击斋钟，磬复作声。绍夔笑曰："明日盛设馔，余当为除之。"僧虽不信其言，冀其或效，乃置馔以待。绍夔食讫，出怀中错，鑢磬数处，其声遂绝。僧苦问其所以，绍夔曰："此磬与钟律合，故击彼应此。"僧大喜，其疾便愈。意思是曹绍夔通过利用共振的常识来消除共振现象，从而为僧人治愈了疾病。相似的记载在《太平广记》【1401】和《唐语林》【1501】中均有记载。另外，晚唐南卓所著《羯鼓录》【0702】中记载:" ⊙如漆桶，下有小牙床承之。击用两杖，其声焦杀鸣烈，尤宜促曲急破，战杖连碎之声，又宜高楼晚景，明月清风，破空透远，特异众乐。……棬用钢铁，铁当精炼，棬当

至匀，若不刚，即应绦高下，⊙捩不停：不匀，即鼓面缓急，若琴徽之⊙病矣。”不仅描述了羯鼓的声音是“破空透远”，而且也描述了鼓面张力的均匀性对其发声的影响，从而提出了保证鼓膜张力均匀的方法。即用鼓腔周边的绳索调节鼓皮的张力。

3.3.2 歌唱声学

歌唱声学也是音乐声学的一个重要表现。隋唐是封建社会的繁荣时期，而其音乐艺术也是蓬勃发展。从史料记载中看出隋唐时期对气息的把握和歌唱技巧的掌握，已有了一定的高度和高层次的理解。其主要体现在段安节《乐府杂录》中【**0404**】的记载，即“善歌者必先调其气。氤氲自脐间出，至喉乃噫其词，而分抗坠之音，即得其术，即可致遏云响鼓之妙也。”指出了运气的技巧，气出脐间，让声音形成管道，直至最后“遏云响鼓之妙也。”

3.4 音乐数学

从文献史料中可以看到隋唐在音乐数学方面取得的成就主要表现在：隋万宝常在三百六十律的基础上发展出了一百四十四律，从而实现了旋宫愿望；祖孝孙又进一步化繁为简，创造了能旋宫转调的十二律，从而奠定了从隋至宋近 400 年的乐律学基础。

隋唐律学中取得的一个成就就是隋万宝常从三百六十律中发展出来的一百四十四律。更为重要的是祖孝孙在三百六十律的基础上选出能满足旋宫转调要求的十二律，把原有的三分损益律推向了一个高度。对此，《隋书》【**0145**】中载有，“宝常因极言乐声哀怨淫放，非雅正之音，请以水尺为律，以调乐器。上从之。宝常奉诏，遂造诸乐器，其声率下郑译调二律。并撰《乐谱》六十四卷，具论八音旋相为宫之法，改弦移柱之变。为八十四调，一百四十四律，变化终于一千八百声。”在此基础上，隋唐时期的祖孝孙、张文收等人又从中取出了 12 律，其效果与十二等程律几乎没什么差别。而从京方到祖孝孙，从三分损益率到十二等程律，这是乐律学史上卓越非凡的发展。《旧唐书》【**1113**】中记载：“初，开皇中，钟律多缺，虽何妥、郑译、苏夔、万宝常等亟共讨详，纷然不定。及平江左，得陈乐官蔡子元、于普明等，因置清商署。时牛弘为太常卿，引孝孙为协律郎，与子元、普明参定雅乐。时又得陈阳山太守毛爽，妙知京房律法，布琯飞灰，顺月皆验。爽时年老，弘恐失其法，于是奏孝孙从其受律。孝孙得爽之法，一律而生五音，十二律而为六十音，因而六之，故有三百六十音，以当一岁之日。又祖述洗重，依淮南法，一律而生五音，十二律而为六十音，因而六之，故有三百六十音，以当一岁之日。又祖述洗重，依淮南本

数，用京房旧术求之，得三百六十律，各因其月律而为一部。"说明祖孝孙在独自专研了沈重三百六十律的基础上，创立了能反宫的十二律，从而使得三分损益率发展到了历史的最高峰。《新唐书》【1208】中也载有："孝孙又以十二月旋相为六十声、八十四调。其法，因五音生二变，因变徵为正徵，因变宫为清宫。七音起黄钟，终南吕，迭为纲纪。黄钟之律，管长九寸，王于中宫土。半之，四寸五分，与清宫合，五音之首也。加以二变，循环无间。"这一记载也表明了祖孝孙在三百六十律的基础上，选出了能满足旋宫转调要求的十二律，从而做到了完全八度的相和。也因此奠定了从隋到宋将近 400 年的乐律学理论基础。它对乐律学的发展有着极其重要的意义。从【1208】中的文献记载可以看出，祖孝孙用的是十二律，它的黄钟律长是九寸，清黄钟律长是四点五寸。祖孝孙把它计算到了第十三律，从而使得黄钟与清黄钟构成了完全的八度。而在此前，中国的律学家们一般只算到了第十二律，因为第十三律不能反宫。更重要的是，祖孝孙的十二律虽然是三分损益率，但又与以前的三分损益律有所不同，因为祖孝孙的三分损益率是能旋宫转调的。因此，只有在三百六十律的基础上取出与十二等程律近视的十二个律材有可能。要想旋宫转调的效果好，就得挑选十二个律接近等程率。如下表 3-1。[①]

表 3-1 祖孝孙十二律与三分损益十二律、平均律的比较

三分损益十二律	律名	黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾
	音分值	0	113.69	203.91	317.60	407.82	521.51	611.73
祖孝孙十二律	律名	黄钟	遁建	善述	辨秩	生遂	壮进	荒落
	音分值	0	101.07	198.52	301.36	398.83	499.86	599.11
平均律音分值		0	100	200	300	400	500	600
祖孝孙与平均律音分值		0	+1.07	-1.48	+1.36	-0.17	-0.14	-0.89

三分损益十二律	律名	林钟	夷则	南吕	无射	应钟	清黄
	音分值	701.96	815.64	905.87	1019.55	109.76	1223.46
祖孝孙十二律	律名	其煌	景口	佥惟	夷汗	野色	安运
	音分值	700.19	799.40	900.48	999.71	1100.78	12000
平均律音分值		700	800	900	1000	1100	1200
祖孝孙律与平均律之差		+0.19	-0.6	+0.48	-0.29	+0.78	0

从上表可以看出，祖孝孙也许并不需要更换律名，而是只要将其选取的十二个律的律数置于传统的十二律中就可以了。如假定"安运"律为祖孝孙清宫，即也就是四点五寸，所以其音分值就为 1200 音分。从上表可以看出，祖孝孙的十二律与十二等程律的音差很小，人耳是根本无法判断这两种差异的。总上所述，祖孝孙的十二律

[①]戴念祖、老亮. 中国物理学史大系・力学史. 长沙，湖南教育出版社，2000.

可以旋宫转调，它需要非常精确的数学计算才能达到要求。因此，这与当时数学的高度发展是分不开的。

3.5 音乐力学

隋唐时期音乐力学成就主要表现在：唐代对于声音的产生及其音调高低所产生的力学机制有了一定的猜测。

古琴在古代一直为文人雅士所喜好，《礼记·曲礼下》就有“士无故不撤琴瑟”的记载。“士无故不撤琴瑟”。古琴在唐代更是发展到了前所未有的水平，出现了不同的琴式，如仲尼式、连珠式、神龙式、伏羲式、蕉叶式、列子式等。也留下了狠多旷世名琴，如“九霄环佩”、“大圣遗音”、“枯木龙吟”等都是唐代的名琴，价值连城。伴随着隋唐音乐的发展，古琴的运用愈发的普遍，从而使得古琴的演奏技术也有了显著的发展，促进古琴演奏技法的发展，并且从实践上升到了理论，随后又对实践起到了指导作用（理论往往在实践之后）。这一时期出现了有关的琴论的专著有唐薛易简的《琴诀》，其中【0901】中记载，“弹琴之法，必须简静。非谓人静，乃手静也。手指鼓动谓之喧，简要轻稳谓之静。又须两手相附，若双鸾对舞，两凤同翔，来往之势，附弦取声，不须声外摇指，正声和畅，方为善矣。”文中要求“简静”，意识到了“鼓动”和“轻稳”得区别，这是从实践演奏中总结出来的合理要求，它对于今天的乐器演奏依然有着重要的现实意义。《乐书要录》【0305】中载，“故知清浊者，一弦之缓急也，无尊卑之差。宫商者，五音之唱和也，有君臣之别，唱不必浊，和不必清。”用力的大小对声音的高低有着重要的影响，可见隋唐时期人们对力学在古琴上的应用有了很高的认识。再如该书【0301】中记载：“夫道生气，气生形。……形云气彻，声所由出也。然则形气者，声之源也。声有高下，分而为调。高下虽殊，不越十二。假使天地之气噫而为分，速则声上，徐则声下，调则声中。”该书由唐代武则天主持编撰，可以看出，在该书的作者们看来，有形体与无形的气均是声源。当有形体运动（也包括振动），并通过气将其运动传播而出（即“气彻”）时，人们就听到了声音。其实，这种传播的情况就如同天地之间的“风”。风速大——也就是说传播运动快，那么声调就高；风速小——即传播运动慢，相应的声调就低。由此不难看出古人对于声音的产生及其声调高低所产生的力学机制有了一定的猜测，这种猜测在当时是难能可贵的。从上可以看出，我们的先民们早已意识到了力学对音乐事象的影响，并对其有了一定的运用。

结 语

每一个时期的音乐艺术在各个时期政治、经济、文化等因素的推动下都有所发展，而科学技术对它所发挥的作用是不可忽视的，因此音乐科技作为一个新的学术研究领域受到了人们的重视。在科学技术高度发展的今天，通过对音乐科技史料的研究，更好地说明了科学技术与音乐艺术之间的密切关系，即科学技术的发展对音乐艺术的发展起着推动作用，音乐艺术对科学技术的发展也起着重要影响。本文通过对隋唐音乐科技史料进行分类统计与分析，弘扬了艺术中隋唐音乐科技的优秀传统，所取得的一些认识性成果也可以为今天音乐艺术的发展所服务，主要表现在以下几个方面。

一、隋唐时期在音乐声学上取得了重大进展，表现在：

1.乐器声学上，隋唐乐器种类繁多，在音乐声学方面取得了不俗的成就。隋唐时期已经有了声源的记载，“形气者，声之源也”。而有形与无形的气都可以为声源。也指出了声音产生的原因：“形动气彻”，即声音的产生同时需要两个条件，有形物的运动或振动，空气随之因循这种运动。又述及了音调问题，风速则其音调高，风缓则其音调低，不速不缓则其音调适中。发现了在杯内加减水量以调谐发音的方法，这在壳体理论中是有意义的事。水盏起源于唐代，这是毫无疑问的。隋唐对管内空气柱的振动也有了认识。在隋唐时期，人们已经能很好地运用共振，而且还能熟练掌握消除共振的方法。如曹绍夔就曾通过利用共振的常识来消除共振现象，从而为僧人治愈了疾病。

2．歌唱声学上，隋唐时期在对气息的把握和歌唱技巧的掌握上，已有了一定的高度和高层次的理解。指出了运气的技巧，气出脐间，让声音形成管道，直至最后“遏云响鼓之妙也。”这种观点至今还在声乐教学中有着重要的现实意义。

二、音乐自然科学思维上，隋唐时期人们用阴阳五行，“气”的物质观来解释音乐理论。用阴阳二气来解释音乐，在我国古代早已有之，在隋唐时这种朴素的唯物思想还很盛行。唐代思想家也习惯用五行阴阳学说解释自然现象。而且把这一思想也用在了音乐中。

三、音乐数学上，隋唐时期的主要成就体现在隋万宝常在三百六十律的基础上发展出了一百四十四律，从而实现了旋宫愿望；祖孝孙又进一步化繁为简，创造了能旋宫转调的十二律，从而奠定了从隋至宋近400年的乐律学基础。

四、音乐力学上，隋唐时期音乐力学成就主要表现在：唐代对于声音的产生及

其音调高低所产生的力学机制有了一定的猜测，还体现在能对乐器演奏时力度的掌握。虽然笔者收集到关于这音乐力学的史料只有三条。但我们还是可以从其中窥探出当时力学对音乐演奏技术和音乐感情的表达关系。

此外，隋唐在乐器材料的选择和加工上都取得了很大的成就。隋唐文化作为封建社会的顶峰，它整合发展了前代文化的积淀，吸收融合了兄弟民族的成就。从今天留下的唐代乐器来看，很多乐器的工艺都很精湛，尤其是古琴，其中很多都成了价值连城的宝物，具有很大的研究价值。也许是由于古代重道轻器的原因，很多乐器的制作工艺在文献中很难觅其踪迹；也许是由于隋唐文化整合发展的原因，导致了隋唐新乐器的稀缺。但流传至今的隋唐乐器其精湛的工艺，美观的外观，依然抹杀不了那个时代乐器制作的辉煌。其主要成就体现在隋唐时期已经意识到了不同材料具有不同的传声效果，对材料有了一定的选择性，对材料的干度和湿度也有了一定的认识；在材料加工工艺方面，隋唐时期的人们已经清楚的意识到乐器的结构及尺寸对音律的影响，也可以看出对失传编钟技术的探索，还有就是体现在漆器上。

总之，通过对隋唐音乐科技史料的研究，能够解决一些隋唐史料研究中尚未解决的问题，同时填补隋唐时期音乐科技史料研究的空白。音乐科技是一个有着广阔发展前景的研究领域，我们应高度重视，从而进一步推动音乐艺术研究的创新与发展。

参考文献

[1] 韩宝强.音的历程——现代音乐声学导论.北京,中国文联出版社,2003.

[2] 童忠良、王忠人、王斌清.音乐与数学.北京,人民音乐出版社,1993.

[3] 中国大百科全书·音乐舞蹈卷.中国大百科全书出版社,1986.

[4] 中国艺术研究院音乐研究所、《中国音乐辞典》编辑部.中国音乐辞典.北京,人民音乐出版社,1985.

[5] 戴念祖、老亮.中国物理学史大系·力学史.长沙,湖南教育出版社,2000.

[6] 戴念祖.中国物理学史大系·声学史.长沙,湖南教育出版社,2000.

[7] 陈玲.中国古代科技鼎盛时期的前朝积淀.自然辨证法通讯,2008,1.

[8] 李约瑟.中国科学技术史.第一卷导论.上海,科学出版社.上海古籍出版社，1990.

[9] 刘洪涛.中国古代科技史.天津,南开大学出版社,1991.

[10] 应有勤.中外乐器文化大观.上海教育出版社,2008.1

[11] 国学备要.中国国学时代文化传播有限公司.

[12] 秦序.一苇凌波.上海音乐出版社.2004.12

[13] 文渊阁四库全书本.台湾商务印书馆发行.

[14] 修海林.中国古代音乐史料集. 西安,世界图书出版社西安公司,2000.

[15] 缪天瑞.律学.人民音乐出版社.1996.1

[16] 李玫.东西方乐律学研究及发展历程.北京,中央音乐学院出版社,2006.

[17] 乐爱国.中国传统文化与科技.桂林,广西师范大学出版社,2006.

[18] 席泽宗.中国科学技术史·科学思想卷.北京,科学出版社,2001.

[19] 杜石然、范楚玉、陈美东、金秋鹏、周世德、曹婉如.中国科学技术史稿（上册）.北京,科学出版社,1982.

[20] 吴南熏.律学会通.北京,科学出版社,1964.

[21] 方宝璋、郑俊晖.中国音乐文献学.福州,福建教育出版社,2006.

[22] 杨文衡、杜石然、陈美东、金秋鹏、廖育群.中国科技史话.北京,中国科学技术出版社,1990.

[23] 杨荫浏.中国古代音乐史稿上下册. 北京,人民音乐出版社,1981.

[24] 刘莎.乐器学研究的相关学科. 天津音乐学院学报（天籁）,2002,3.

附 录

表 2.1 隋唐时期音乐科技史料分类统计表

涉及的学科领域	文献出处			总计条数
	书名代码	文献代码	条数	
音乐声学	【01】	【0106】【0107】【0108】【0109】【0110】【0111】【0114】【0117】【0128】【0130】【0131】【0134】【0138】【0139】【0140】【0146】【0147】	17 条	51 条
	【02】	【【0211】	1 条	
	【03】	【0301】【0302】【0303】【0304】	4 条	
	【04】	【0401】【0402】【0403】【0404】	4 条	
	【05】	【0503】	1 条	
	【06】	【0602】	1 条	
	【07】	【0701】【0702】	2 条	
	【10】	【1001】	1 条	
	【11】	【1109】【1112】	2 条	
	【12】	【1203】【1204】【1205】【1207】【1209】【1210】	6 条	
	【13】	【1301】【1302】【1303】【1304】【1305】【1306】【1307】【1308】	8 条	
	【14】	【1401】【1402】【1404】	3 条	
	【15】	【1501】	1 条	
音乐数学	【01】	【0136】【0137】【0141】	3 条	12 条
	【02】	【0205】【0206】	2 条	
	【03】	【0303】	1 条	
	【11】	【1101】【1106】【1113】	3 条	
	【12】	【1201】【1202】【1208】	3 条	
音乐力学	【03】	【0301】【0305】	1 条	2 条
	【09】	【0901】	1 条	
音乐思维	【01】	【0112】【0113】【0115】【0116】【0119】【0120】【0121】【0122】【0123】【0124】【0125】【0126】【0127】【0129】【0132】【0133】【0143】【0144】	18 条	35 条
	【02】	【0201】【0202】【0203】【0207】【0208】【0209】【0210】【0213】	8 条	
	【11】	【1102】【1103】【1104】【1105】【1111】【1113】	6 条	
	【12】	【1201】	1 条	
	【14】	【1405】【1406】	2 条	
乐器制造	【01】	【0101】【0102】【0103】【0104】【0105】【0118】	6 条	16 条
	【02】	【0212】	1 条	
	【05】	【0501】【0502】【0504】	3 条	
	【06】	【0601】	1 条	
	【07】	【0702】	1 条	
	【08】	【0501】	1 条	
	【11】	【1107】【1110】	2 条	
	【12】	【1201】	1 条	

攻读学位期间取得的研究成果

[1] 李平平.隋唐新乐器稀缺的缘由,理论探索 2009,11.

致 谢

本论文的完成，非常感谢授业恩师高兴先生的指导。至2007年起，我就随高兴先生攻读中国音乐史硕士研究生，时光荏苒，转眼之间，三年的硕士研究学习即将结束。高先生不仅以渊博的学识在专业思想、业务学习方面给予悉心教诲，而且高先生的严谨治学、平易近人、宽厚待人都使我受益颇多。使我在求学的道路上更学会了如何做人。跟随高先生学习，有如沐春风之感。他不仅为学生“传道、授业、解惑”，更将他高远的治学境界、人格休养和思想情怀蕴含在了学术研究中，为学生树立了榜样。本论文从选题、资料整理到谋篇布局、最后的完成，恩师都给予了及时、悉心的指导，在此深表感谢。

由于自己在知识储备等方面还有很多欠缺，所以在本文写作的过程当中，对自己在学养方面的不足屡有所感。由于学力水平所限，文中定存在许多疏漏、不足与错误之处，还恳望各位老师批评指正，提出宝贵意见。

个人简况及联系方式

姓名：李平平

性别：男

藉贯：山西柳林

个人简历：

2003 年—2007 年在山西师范大学就读。

2007 年—2010 年在山西大学就读。

联系方式：

电话：

邮箱：

承 诺 书

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是在导师指导下独立完成的，学位论文的知识产权属于山西大学。如果今后以其他单位名义发表与在读期间学位论文相关的内容，将承担法律责任。除文中已经注明引用的文献资料外，本学位论文不包括任何其他个人或集体已经发表或撰写过的成果。

作者签名：李年平

2010年5月26日

学位论文使用授权声明

本人完全了解山西大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关机关或机构送交论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等手段保存、汇编学位论文。同意山西大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播论文的全部或部分内容。

保密的学位论文在解密后遵守此协议。

作者签名：

导师签名：

20 年 月 日